



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR- TL 141584

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN UKURAN
FILLER SERAT BAMBU TERHADAP MORFOLOGI
DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT *STYRENE
BUTADIENE RUBBER (SBR)* /SERAT BAMBU**

MUHAMMAD DIMASYQI
NRP. 2713 100 124

Dosen Pembimbing
Sigit Tri Wicaksono., Ph.D
Wikan Jatimurti ST. M.Sc.

JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



TUGAS AKHIR- TL 141584

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN UKURAN
FILLER SERAT BAMBU TERHADAP MORFOLOGI
DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT *STYRENE
BUTADIENE RUBBER(SBR)* /SERAT BAMBU**

MUHAMMAD DIMASYQI
NRP. 2713 100 124

Dosen Pembimbing
Sigit Tri Wicaksono., Ph.D
Wikan Jatimurti ST. M.Sc.

JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - TL 141584

**THE EFFECT OF VARIATIVE COMPOSITION
AND BAMBOO FILLER PARTICLE SIZE TO
MORPHOLOGY AND MECHANICAL
PROPERTIES OF *STYRENE BUTADIENE
RUBBER (SBR)* / BAMBOO FIBER
COMPOSITE**

MUHAMMAD DIMASYQI
NRP. 2713 100 124

Advisors
Sigit Tri Wicaksono., Ph.D
Wikan Jatimurti ST. M.Sc.

DEPARTMENT OF MATERIALS AND METALLURGICAL
ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN UKURAN
FILLER SERAT BAMBU TERHADAP MORFOLOGI DAN
SIFAT MEKANIK KOMPOSIT STYRENE BUTADIENE
RUBBER (SBR) /SERAT BAMBU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Material Inovatif
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
MUHAMMAD DIMASYQI
NRP. 2713 100 124

Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir :

Sigit Tri Wicaksono., Ph.D (Pembimbing I)

Wikan Jatimurti ST. M.Sc..... (Pembimbing II)

**SURABAYA
JULI 2017**

v

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN UKURAN
FILLER SERAT BAMBU TERHADAP MORFOLOGI DAN
SIFAT MEKANIK KOMPOSIT *STYRENE BUTADIENE*
RUBBER (SBR)/ SERAT BAMBU**

Nama Mahasiswa : Muhammad Dimasyqi
NRP : 2713100124
Jurusan : Teknik Material dan Metalurgi
Dosen Pembimbing : Sigit Tri Wicaksono., Ph.D
Wikan Jatimurti ST. M.Sc.

ABSTRAK

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Ada beberapa macam jenis komposit yaitu komposit serat, komposit laminat dan komposit partikulat.. Komposit partikulat adalah komposit yang memiliki bahan penguat dari serbuk atau partikel. Ukuran, bentuk, dan material partikel adalah faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik dari komposit partikel. Pada penelitian ini dilakukan sintesis komposit SBR/Serat bambu dengan metode blending. Dengan berbagai macam variabel yang digunakan dari 2.5 %, 5%, 7.5%, hingga 10 % komposisi fiber. Ada beberapa pengujian yang dilakukan. Yaitu pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk mengamati morfologi dari komposit , Pengujian Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) untuk menganalisa unsur dari material , Pengujian Tarik untuk mengetahui kekuatan Tarik dan regangan material , Uji Absorpsi Air untuk mengetahui kadar Absorpsi air pada komposit , dan Pengujian Durometer Hardness Shore-A untuk mengetahui kekerasan dari material. Dari hasil pengujian Tarik didapat bahwa nilai tensile tertinggi diperoleh dari sampel 80 μ m 7.5% dengan besar 0.574 Mpa. Peningkatan ini sebanding dengan penambahan serat hingga batas tertentu yaitu di angka 7.5%. Lebih dari 7.5%, maka nilai tensile cenderung

menurun. Nilai Strain juga berlaku demikian. Nilai Strain tertinggi adalah sampel 80 μm 7.5 % Hal ini juga berlaku pada uji Durometer Hardness Shore A, dimana nilai Hardness tertinggi yaitu sampel 80 μm 7.5% dengan angka 50.3 HA. Ditinjau dari Hasil SEM, bahwa sampel 80 μm 7.5% memiliki ikatan antar matriks dan fiber yang lebih kuat dibandingkan dengan sampel lain.

Kata kunci: Bambu, Karet Sintesis, Komposit, Serat,

**THE EFFECT OF VARIATIVE COMPOSITION AND
BAMBOO FILLER PARTICLE SIZE TO MORPHOLOGY
AND MECHANICAL PROPERTIES OF STYRENE
BUTADIENE RUBBER (SBR) / BAMBOO FIBER
COMPOSITE**

Name : Muhammad Dimasyqi
NRP : 2713100028
Department : Material and Metallurgical
Engineering
Advisors : Sigit Tri Wicaksono., Ph.D
Wikan Jatimurti ST. M.Sc.

ABSTRACT

Composite is a material formed by a combination of two or more constituent materials with inhomogeneous mixture, where the mechanical properties is different from each material. There are many kinds of composite such as fiber composite, laminate composite, and particulate composite. Particulate Composite is a composite that the reinforcing material consists of powder or particle. The size, shape, and material particles are the factors that affects the mechanical properties of the Particulate Composite. In this study, the synthesis of SBR/ Bamboo Fiber Composite use the blending method. The variables that are used for this study is from 2.5%, 5%, 7.5%, up to 10% of the fiber composition. There are several tests that is done. Scanning Electron Microscopy (SEM) test to observe the morphology of the composite, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) test to analyze the elements of the material, Tensile test to determine the Tensile strength and strain of material, Adsorption Water test to determine the adsorption of water on composite, and Durometer Hardness Shore-A Test to know the Hardness of the material. The Tensile Strength results obtained highest tensile values is from samples of

80 μm 7.5% with value 0.574 MPa. The increase is proportional to the addition of fiber to a certain value that is at the rate is 7.5%. If the addition of fiber is more than 7.5%, then the tensile value tends to decrease. Strain values proportion is also apply. The highest Strain value is 80 μm 7.5%. This also applies to the Durometer Hardness Shore-A test, where the highest Hardness value is 80 μm 7.5% sample with 50.3 HA. Judging from the SEM Results, that 80 μm 7.5% sample has stronger bonds between matrix and fiber than other samples.

Key Words : Bamboo ,Composite, Fiber, Syntethic Rubber

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur Ahamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Filler Serat Bambu Terhadap Morfologi dan Sifat Mekanik Komposit *Styrene Butadiene Rubber (SBR)* /Serat Bambu” dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan studi serta untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, karunia, kemudahan, dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ayah, Ibu, adik, serta keluarga besar atas doa, dukungan, dan pengertian yang diberikan selama ini.
3. Bapak Sigit Tri Wicaksono., Ph.D dan Wikan Jatimurti ST. M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan saran, masukan, bimbingan, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama berkuliah di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi.
5. Bapak Budi Agung K. S.T., M.Sc., selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi.
6. Tim Penguji seminar dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan masukan serta saran yang mendukung untuk Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen dan civitas akademik Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI ITS, yang telah memberikan

ilmu yang bermanfaat serta pengalaman berharga selama berkuliah di jurusan ini.

8. Seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari, bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan.

Surabaya, 17 Juli 2017

Muhammad Dimasyqi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Karet Sintesis	5
2.2. <i>Styrene Butadiene Rubber (SBR)</i>	6
2.3 Komposit.....	10
2.4 Serat Alam	11
2.5 Bambu.....	11

2.6 Penelitian Sebelumnya	12
BAB III	21
METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Diagram Alir	21
3.1.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.1.2 Diagram Alir Preparasi Serat Bambu	22
Bahan Penelitian	23
3.2 Peralatan.....	25
3.4. Rancangan Penelitian.....	31
3.5 Prosedur Penelitian	32
3.6. Pengujian	33
BAB IV	39
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Analisis Kurva Hasil Pengujian <i>FTIR</i>	39
4.1.1 Analisis Kurva Hasil Pengujian <i>FTIR</i> 100% SBR	39
4.2 Analisis Kurva Hasil Pengujian Absorpsi.....	42
4.3 Analisa Kurva Hasil Pengujian TGA.....	44
4.4 Analisis Hasil Pengujian <i>Durometer Hardness Shore-A</i> .	46
4.5 Analisis Hasil Pengujian Tensile Strength dan Strain.....	47
4.6 Hasil Pengujian SEM Komposit SBR/Serat Bambu dan 100 % SBR.....	50
KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	lix
LAMPIRAN.....	63
Lampiran A : Contoh Perhitungan Kadar Air.....	63
Lampiran B: Perhitungan Tensile Strength dan Strain	65
Lampiran C: Perhitungan Nilai Kekerasan.....	68

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karet Sintesis untuk <i>Surgical Gloves</i>	5
Gambar 2. 3 Gugus Fungsi SBR	6
Gambar 2. 4 SBR yang dijual Di Pasaran	8
Gambar 2. 5 Nilai Tensile dan Strain dari SBR	9
Gambar 2. 6 Komposit Berpenguat Serat Alam.....	10
Gambar 2. 7 Bambu.....	12
Gambar 2. 8 (a) Serat Bambu Kasar (b) Serat Bambu Halus	17
Gambar 2. 9 Referensi Kurva FTIR Bambu (a) Untreated , (b) Treated.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Preparasi Serat Bambu	23
Gambar 3. 3 SBR	23
Gambar 3. 4 (a) Batang Bambu Ori , (b) Serat Bambu	24
Gambar 3. 5 NaOH padat	24
Gambar 3. 6 Larutan Aquades.....	24
Gambar 3. 7 Gelas Beaker 1000mL	25
Gambar 3. 8 Spatula	25
Gambar 3. 9 Analytical Balance.....	26
Gambar 3. 10 <i>Hot Plate Magnetic Stirrer</i>	26
Gambar 3. 11 Cetakan Uji Tarik	27
Gambar 3. 12 Mesin Pencacah	28
Gambar 3. 13 Mesin Uji Tarik dengan Merk Autograph	28
Gambar 3. 14 Durometer Hardness Shore-A	29
Gambar 3. 15 Mesin FTIR	29
Gambar 3. 16 Mesin SEM.....	30
Gambar 3. 17 Mesin Sieving.....	30
Gambar 3. 18 Alat <i>DSC-TGA</i> dengan merk dagang <i>Inseis</i>	31
Gambar 3. 19 Blender	31
Gambar 3. 20 Skema Uji FTIR	34
Gambar 3. 21 Sampel Durometer Hardness.....	36

Gambar 3. 22 Pengujian Absorpsi Air.....	37
Gambar 4. 1 Hasil Uji Hardness Durometer Shore-A	46
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji Tarik.....	48
Gambar 4. 3 Hasil Uji Regangan Tarik	50
Gambar 4. 4 Hasil Uji SEM pada 100% SBR pada Perbesaran: (a) 100x; (b) 500x; (c) 2000x.....	51
Gambar 4. 5 Hasil Uji SEM perbesaran 100x (a)80 μ m 5% , (b) 80 μ m 7.5 %, (c) 80 μ m 10%.....	52
Gambar 4. 6 Hasil Uji SEM perbesaran 100x (a)140 μ m 5% , (b) 140 μ m 7.5 %, (c) 140 μ m 10%.....	53
Gambar 4. 7 Gambar Hasil SEM sampel 80 μ m perbesaran 500x , (a) 5% , (b) 7.5% , (c) 10%	54
Gambar 4. 8 Hubungan Antara Matriks dengan Serat perbesaran 500x , (a) 80 μ m 7.5% (b) 80 μ m 10%.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Properties</i> dari Berbagai Macam Serat Alam	11
Tabel 2. 2 Perbandingan Komposisi Komposit Serat PU/ Serbuk Bambu	13
Tabel 2. 3 Massa Jenis Sampel Komposit PU/SB	13
Tabel 2. 4 Perbandingan kadar NaOH terhadap Hasil Serat Bambu	15
Tabel 2. 5 Daerah serapan infra merah Bambu	19

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Widodo,B, 2008). Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

Komposit dari bahan serat terus diteliti dan dikembangkan karena sifat komposit serat yang lebih kuat dan ringan dibandingkan dengan logam. Penggunaan komposit dengan pemanfaatan serat yang berasal dari alam tidak terlepas dari sifat-sifat unggul yang di miliki komposit serat yaitu ringan, kuat, kaku serta tahan terhadap korosi. Komposit Partikulat adalah komposit yang memiliki bahan penguat dari serbuk atau partikel. Ukuran, bentuk, dan material partikel adalah faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik dari komposit partikel. [Andri Sulian, 2008].

Serat alam merupakan alternatif bahan pengisi (*filler*) untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintesis. Serat alam mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu kuat, tangguh dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matriks. Dalam perkembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang makin diunggulkan dibandingkan material matriks yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matrik yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal. Bambu merupakan salah satu alternatif penggunaan untuk bahan pengisi komposit dikarenakan



ketersediaan di alam yang melimpah serta kemampuan bambu yang mudah didaur ulang atau *biodegradable*. Serta bambu sudah banyak diaplikasikan dalam kehidupan, mulai dari anyaman, hingga lantai dan dinding bangunan ada yang menggunakan bambu sebagai bahan penguatnya.

Penggunaan karet sintetis dimulai sejak permintaan karet alam sebagai bahan baku tidak mampu lagi untuk memenuhi permintaan. Serta dibutuhkan karet dengan kualitas yang lebih tinggi dengan harga yang lebih kompetitif. Sebuah perusahaan dari Jerman yaitu Bayer dan Co dengan ahli kimia pada saat itu Fritz Hofman telah berhasil mengembangkan karet yang diproduksi secara sintetis pada tahun 1909.

Lebih dari 20 jenis karet sintetis yang berada di pasaran dunia, terbuat dari bahan baku yang berasal dari minyak bumi, batu bara, minyak, gas alam, dan asetilena. Karet-karet sintetis ini biasa disebut dengan kopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari lebih dari satu ikatan monomer.

Oleh karena itu riset dan pengembangan karet sintetis sesudah perang dunia semakin banyak dilakukan yang bertujuan untuk memperoleh karet yang sifat-sifatnya tidak dimiliki oleh karet alam.

Melihat potensi yang dimiliki oleh serat bambu sebagai *filler* untuk pembuatan komposit dengan SBR, maka peneliti akan melakukan penelitian terhadap “ Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran *Filler* Serat Bambu terhadap Morfologi dan Sifat Mekanik Komposit *Styrene Butadiene Rubber (SBR)* /Serat Bambu” .

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serat bambu terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit *SBR*/serat bambu?
2. Bagaimana pengaruh variasi ukuran serat bambu terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit *SBR*/serat bambu?



1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil akhir dari penelitian dengan tingkat keakuratan lebih yang lebih baik dan diinginkan, yaitu

1. Pencampuran material komposit dianggap tercampur homogen.
2. Kekasaran permukaan material komposit dianggap homogen.
3. Pengaruh *impurities* pada saat proses pencampuran diabaikan.
4. Kelembapan selama proses diabaikan

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah

1. Menganalisis pengaruh variasi komposisi serat bambu terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit SBR/serat bambu.
2. Menganalisis pengaruh variasi ukuran serat bambu terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit SBR/serat bambu.

1.1 Manfaat Penulisan

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui pengaruh dari variasi komposisi dan variasi ukuran serat bambu terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit SBR/Serat bambu. Serta dapat digunakan sebagai referensi awal untuk mengkaji lebih lanjut mengenai aplikasi terhadap *flexible spokes* pada *airless tyre*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Karet Sintesis

Karet sintetis dikembangkan semenjak permintaan karet alam sebagai bahan baku tidak mampu lagi untuk memenuhi permintaan. Karet sintetis ini juga muncul karena adanya kebutuhan karet dengan kualitas yang lebih tinggi serta kebutuhan harga karet yang lebih kompetitif. (Syaffendi, 2014)

Karet sintesis merupakan suatu jenis karet tiruan terbuat dari bahan polimer yang memiliki sifat sebagai elastomer. Elastomer adalah suatu material dengan sifat mekanis yang dapat mengalami deformasi elastis akibat tegangan dan dapat kembali ke bentuk semula tanpa mengalami deformasi permanen. Dalam berbagai aplikasi industri karet sintetis dijadikan sebagai pengganti karet alam. Keunggulan karet sintetis dibandingkan karet alam adalah lebih tahan terhadap abrasi dan oksidasi.



Gambar 2. 1 Karet Sintesis untuk *Surgical Gloves*
(http://www.kraton.com/products/medical/medical_cariflex.php,
diakses tanggal 10 Juli 2017)

Saat ini lebih dari 20 jenis karet sintetis terdapat di pasaran dunia, terbuat dari bahan baku yang berasal dari minyak bumi, batu bara, minyak, gas alam, dan asetilena. Karet-karet sintetis ini biasa disebut dengan kopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari lebih dari satu ikatan monomer



Karet sintetik diperoleh dari hasil polimerisasi berbagai jenis monomer, antara lain

- *Isoprene* (2-methyl-1,3-butadiene)
- *Chloroprene* (2-chloro-1,3-butadiene)
- *Isobutylene* (*methylpropene*).

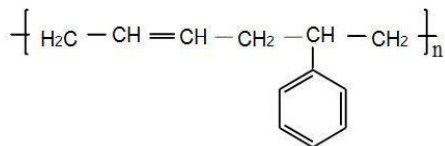
Lebih lanjut monomer-monomer tersebut dapat dikombinasikan dalam berbagai komposisi untuk memperoleh sifat fisik, mekanis dan kimia yang diinginkan .

Salah satu jenis karet sintetik yang paling banyak digunakan saat ini adalah *styrene butadiene rubber* (SBR) yang merupakan kopolimer elastomerik yang terdiri dari styrene dan butadiene.

Selain SBR terdapat beberapa jenis karet sintetik lain yang dikenal saat ini antara lain :

- *Nitrile rubbers* (*NBR*) yang merupakan kopolimer dari butadiene dan acrylonitrile.
- *Neoprene* (*polychloroprene*) yang merupakan hasil polimerisasi emulsi dari chloroprene.
- Butyl rubber yang dibuat dari isobutilen dan isoprene
- *Silicon rubber* yang merupakan campuran polimer inorganik-organik yaitu silikon copper dengan senyawa organik halida (misalnya CH₃Cl atau C₆H₅Cl)
- *Thiokol* adalah produk polimerisasi kondensasi dari alkaline polysulfide dengan senyawa organik dihalida

2.2. *Styrene Butadiene Rubber* (SBR)



Gambar 2. 2 Gugus Fungsi SBR

(<http://article.sapub.org/10.5923.j.ajps.20120202.03.html>, diakses 7 Juli 2017)



Styrene Butadiene Rubber (SBR), merupakan karet sintetis yang digunakan secara umum, dihasilkan dari kopolimer stirena dan butadiena. SBR digunakan dalam jumlah besar pada ban mobil dan truk, umumnya sebagai pengganti material tahan abrasi untuk karet alam.

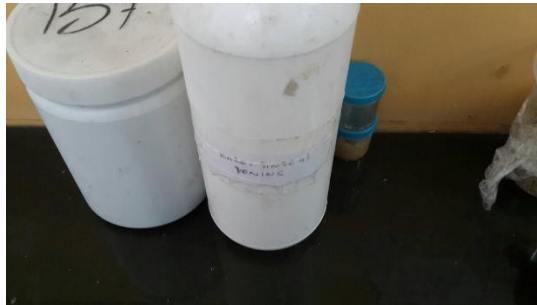
SBR adalah campuran sekitar 75 persen butadiena ($\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH} = \text{CH}_2$) dan 25 persen stirena ($\text{CH}_2 = \text{CHC}_6\text{H}_5$). Dalam kebanyakan kasus, kedua senyawa ini dikopolimerisasi (molekul unit tunggal mereka berikatan membentuk molekul unit-unit lama) dalam proses emulsi, di mana zat penghasil permukaan seperti sabun menyebar, atau mengemulsi, bahan dalam larutan air. Bahan lain dalam larutan ini termasuk inisiator radikal bebas, yang memulai proses polimerisasi, dan stabilisator, yang mencegah kemerosotan produk akhir. Setelah polimerisasi, susunan stirena dan butadiene yang berulang disusun secara acak sepanjang rantai polimer. Rantai polimer saling terkait silang dalam proses vulkanisasi. Untuk banyak keperluan *SBR* langsung mengganti karet alam, pilihannya tergantung hanya pada ekonomi. Keunggulan utamanya meliputi ketahanan abrasi yang sangat baik, ketahanan retak, dan karakteristik penuaan yang umum. Seperti karet alam, SBR bengkak dan dilemahkan oleh minyak hidrokarbon dan terdegradasi dari waktu ke waktu oleh oksigen dan ozon di atmosfer. Namun, di SBR, efek utama oksidasi meningkatkan keterkaitan rantai polimer, jadi, tidak seperti karet alam, ia cenderung mengeras seiring bertambahnya usia, bukan pelunakan.

Keterbatasan SBR yang paling penting adalah kekuatan yang buruk tanpa penguatan oleh pengisi seperti karbon hitam (walaupun dengan karbon hitam cukup kuat dan tahan abrasi), ketahanan rendah, kekuatan sobek rendah (terutama pada suhu tinggi), dan taktik yang buruk (yaitu, itu tidak norak atau lengket saat disentuh). Karakteristik ini menentukan penggunaan karet



pada tapak ban; Pada dasarnya, proporsinya menurun seiring kebutuhan akan ketahanan panas meningkat hingga 100 persen karet alam tercapai dengan penggunaan terberat dan paling parah, seperti ban untuk bus dan pesawat terbang.

Sejumlah besar SBR diproduksi dalam bentuk lateks sebagai perekat karet untuk digunakan pada aplikasi seperti pelapis karpet. Aplikasi lainnya ada di belting, flooring, wire dan cable insulation, dan alas kaki.



Gambar 2. 3 SBR yang dijual Di Pasaran
(Dokumentasi Pribadi)

SBR adalah produk riset karet sintetis yang berlangsung di Eropa dan Amerika Serikat di bawah dorongan kekurangan karet alam selama Perang Dunia I dan II. Pada tahun 1929, ahli kimia Jerman di IG Farben telah mengembangkan serangkaian elastomer sintetis dengan mengkopolimerisasi dua senyawa dengan adanya katalis. Seri ini disebut Buna, setelah butadiena, salah satu kopolimer, dan natrium (natrium), katalis polimerisasi. Selama Perang Dunia II Amerika Serikat, terputus dari pasokan karet alam Asia Timur, dikembangkan sejumlah sintetis, termasuk kopolimer butadiena dan stirena. Karet tujuan umum ini, yang telah disebut Buna S oleh ahli kimia Jerman Eduard Tschunkur dan Walter Bock, yang telah mematenkannya pada tahun 1933, diberi penunjukan masa perang *Government Rubber-Styrene* (GR-S)

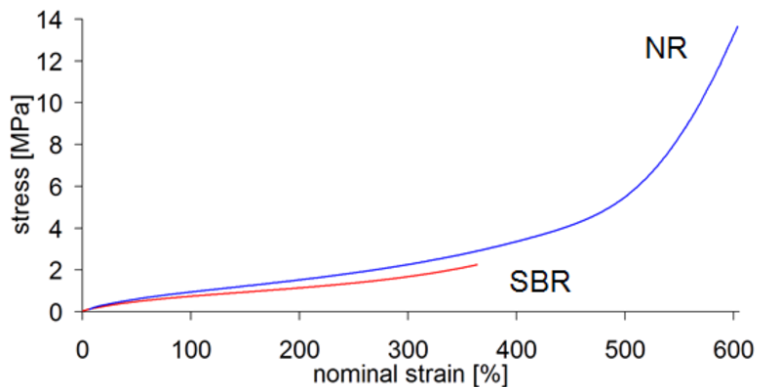
BAB II TINJAUAN PUSTAKA



oleh orang Amerika, yang memperbaiki kinerjanya. produksi. Selanjutnya dikenal sebagai SBR, kopolimer ini segera menjadi karet sintetis terpenting, mewakili sekitar setengah dari total produksi dunia.

SBR sebagai salah satu jenis polimer yang paling banyak digunakan di dunia saat ini. SBR yang dibuat dari campuran 1,3 butadiene dan styrene banyak digunakan untuk pembuatan ban kendaraan, tetapi penggunaan yang intensif dari produk ini terjadi di dalam pabrikasi berbagai macam produk. Hampir 60% SBR yang dihasilkan di USA digunakan dalam industri ban mobil dan bahan perekat, disamping itu juga banyak digunakan sebagai bahan pelapis, pembungkus makanan, mainan anak-anak, perpipaan, sabuk (*belt*), sepatu, dan lain-lain.

Untuk nilai Tensile dari SBR beserta *Strain* , menurut jurnal dari K. Brüning, dkk yang berjudul *Kinetics of strain-induced crystallization in natural rubber studied by WAXD: Dynamic and impact tensile experiments. Macromolecules* 45 (2012) , halaman 7914-7919 , ada pada gambar 2.4 Berikut



Gambar 2. 4 Nilai Tensile dan Strain dari SBR
(Brüning, 2012)

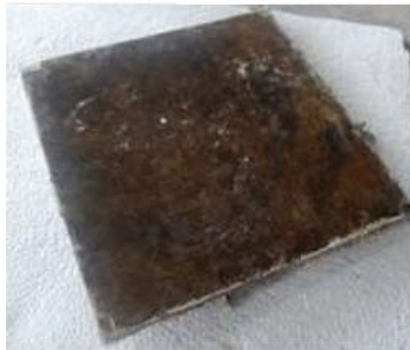


2.3 Komposit

Komposit merupakan salah satu jenis material di dalam dunia teknik yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula (Matthews, 1993). Komposit dari bahan serat terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti logam, hal ini disebabkan sifat komposit serat yang lebih kuat dan ringan dibandingkan dengan logam. Penggunaan komposit diberbagai dengan pemanfaatan serat yang berasal dari alam di berbagai bidang tidak terlepas dari sifat-sifat unggul yang di miliki komposit serat yaitu ringan, kuat, kaku serta tahan terhadap korosi.

Penggunaan dan pemanfaatan material komposit sekarang ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar.

Komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik alternatif lain seperti kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis dan sebagainya.



Gambar 2. 5 Komposit Berpenguat Serat Alam
(Chandrabakty, 2014)



2.4 Serat Alam

Serat alam (*natural fiber*) seperti bambu, jute, straw, sisal dan coir sedang mendapat perhatian sebagai bahan penguat polymer untuk digunakan material komposit. Hal ini disebabkan karena :

1. Serat alam lebih murah dibandingkan dengan Serat sintetik (*syntethic fiber*)
2. Memiliki berat jenis rendah
3. Memiliki kekuatan spesifik yang tinggi
4. Mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali
5. Kekuatan tarik dan modulus young rata-rata meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan *cellulose*.

Tabel 2. 1 *Properties* dari Berbagai Macam Serat Alam
(Monalisa Manuputty dan Pieter Th Berhиту , 2010)

Natural Fiber	Density (10^{-3} kg. M^{-3})	Cellulose (%)	Lignin	Migro Fibrilla angle (degree)
Coir	1150	43	45	30-49
Banana	1350	65	5	11
Sisal	1450	70	12	20-25
Jute	1450	63	11,7	8
Bambu	600-800	60,8	32,2	2-10

2.5 Bambu

Bambu secara umum merupakan tanaman jenis rumput-rumputan berkayu dengan rongga dan ruas di batangnya. Di dunia ini, bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Bambu merupakan keluarga dari anggota batang kayu-rumput yang mencakup kira-kira 1250 spesies dengan 75



generasi di dunia terutama karbon dan oksigen (melebihi 90% dari berat), bambu digunakan untuk banyak variasi aplikasi seperti konstruksi dan memperkuat fiber, kertas, tekstil dan papan, makanan dan bahan bakar .

Bambu terdistribusi umumnya di daerah tropis. Benua asia memiliki sekitar 1000 spesies dengan luas area 180.000 km² . Bambu mengalami masa pertumbuhan yang cepat selama 4 sampai 6 bulan. Setelah tinggi maksimum tercapai, terjadi pengkayuan ranting (terbentuknya batang bambu) yang berlangsung selama 2 sampai 3 tahun. Batang bambu akan masak setelah berumur 6 sampai 9 tahun .

Bambu Ori atau buluh duri (*Bambusa blumeana*) adalah salah satu bambu yang memiliki ciri-ciri berduri terutama pada daerah buku cabang dan ranting-rantingnya. Di Jawa dikenal dengan nama Bambu Ori.



Gambar 2. 6 Bambu Ori
(Widjaja,E.A. 2001)

2.6 Penelitian Sebelumnya

Menurut penelitian dari Siti Komariyah di tahun 2016, yang berjudul Karakterisasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Komposit Polyurethane/Serbuk Bambu Sebagai Aplikasi Panel Pintu Mobil , bahwa proses sintesis komposit *polyurethane*/serbuk bambu (PU-SB) menggunakan bahan serbuk bambu betung yang berukuran $< 140 \mu\text{m}$. Serta metode pencampurannya adalah dengan metode blending dengan variasi komposisi serbuk bambu 5%; 10%; dan 15% fraksi massa komposit. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh, komposit dengan penambahan 15% serbuk



bambu memiliki nilai densitas sebesar 0.1093 gr/cm^3 dan kekuatan lentur sebesar 28,20 MPa.

Tabel 2. 2 Perbandingan Komposisi Komposit Serat PU/
Serbuk Bambu

(Komariyah, 2016)

Spesimen	Komposisi PU (%)	Komposisi Serbuk Bambu (%)
85% PU-SB	85	15
90% PU-SB	90	10
95% PU-SB	95	5

Tabel 2. 3 Massa Jenis Sampel Komposit PU/SB

(Komariyah, 2016)

No.	Komposit	Massa Jenis (gr/cm^3)	Massa Jenis Rata Rata (gr/cm^3)
1.	85% PU-SB	0.0494 0.0471 0.0386	0.1093
2.	90% PU-SB	0.0393 0.0393 0.0413	0.0932
3.	95% PU-SB	0.0348 0.0292 0.0267	0.0729

Untuk penelitian serat bambu yang sudah dilakukan oleh Denny Nurkertamanda dan Andi Alvin berjudul Desain Proses Pembentukan Serat Bambu Sebagai Bahan Dasar Produk Industri Kreatif Berbahan Dasar Serat Pada UKM, dijelaskan mengenai berbagai tahap pengolahan bambu



A. Metode Pembuatan Serat Bambu

Tahapan pembuatan serat bambu meliputi tahapan:

1. Tahap pemotongan dan pembilahan
2. Tahap perebusan / pelunakan
3. Tahap perendaman/ pelunakan lanjut
4. Tahap pemisahan serat

B. Metode Pemilihan Serat Bambu

Pada tahapan ini dilakukan pemilahan antara serat kasar dan serat halus yang disesuaikan dengan peruntukannya.

Teknologi pemanfaatan bambu untuk diambil seratnya, belum banyak dipublikasikan mengingat teknologi pembuatan serat bambu dan pemanfaatan serat bambu sebagai bahan baku industri baru dikembangkan. Secara sederhana teknologi pembuatan serat bambu meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

A. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan meliputi tahapan persiapan:

- a. Persiapan bahan baku utama, yaitu : bambu
- b. Persiapan larutan pelunakan, merupakan cairan kimiawi

B. Tahapan Pelunakan

Tahapan pelunakan merupakan tahapan perebusan bambu dalam larutan pelunakan.

C. Tahapan Pembilasan

Tahapan pembilasan merupakan pembersihan bambu dari cairan pelunakan yang bersifat kimiawi

D. Tahapan Pemisahan serat

Tahapan terakhir merupakan tahapan untuk memisahkan serat-serat bambu dan mendapatkan serat yang diinginkan. Dalam penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan urutan tahapan proses yang terbaik, meliputi pemilihan persentasi kadar kimiawi pelunak bambu, dan cara pelunakan yang baik untuk mendapatkan serat yang diinginkan.

Hasil dari percobaan dengan berbagai percobaan didapatkan hasil sebagai berikut:

A. Tahapan Persiapan



Pada tahap persiapan bahan baku utama di peroleh kesimpulan: makin tipis pembilahan yang dilakukan maka makin cepat proses degumming yang terjadi hal ini terlihat ketika proses pemisahan serat di mana bilah-bilah bambu yang tipis mudah untuk lakukan pemisahan seratnya, jika dibandingkan dengan bilah bambu yang tebal.

Penggunaan kadar persentase NaOH terhadap bilah yang mempunyai ukuran sama diperoleh hasil yang ditabelkan dalam tabel

Tabel 2. 4 Perbandingan kadar NaOH terhadap Hasil Serat Bambu

(Denny Nurkertamanda, Andi Alvin , 2012)

NaOH (%berat)	Suhu C	Sifat serat hasil Proses
5	70	Serat bersifat agak sedikit kasar dan keras, namun serat dapat terpisah dan panjang
8	70	Serat bersifat lebih lunak dari percobaan 1, namun beberapa serat mudah putus dan rapuh
15	70	Serat bersifat sangat lunak, namun serat sangat rapuh dan mudah putus ketika mengalami proses pengeringan dan proses mekanis berupa pemisahan serat.

Berdasarkan Tabel dengan presentase NaOH 5% mendapatkan struktur serat yang diinginkan, kasar agak keras namun tidak mudah patah/putus. Kadar NaOH 5 % juga mudah



untuk dilunakan sehingga tidak terlalu merusak lingkungan karena pengolahan limbah dengan presentase kecil lebih mudah dilakukan. Presentase ini juga dipilih dalam pemenuhan *technical requirement* berupa humiditas bahan. Ketika bahan serat semakin lunak atau halus, maka humiditas dari serat tersebut akan bertambah. Jika tanpa pengolahan lebih lanjut, serat tersebut akan mudah mengalami penjamuran. Pertimbangan kedua juga inilah yang membuat peneliti menentukan peleburan bambu pada tingkat konsentrasi NaOH pelarut sebesar 5%.

B. Tahapan Pelunakan

Tahap pelunakan di mana bambu direbus dengan suhu 70 C, lama perebusan sangat tergantung dari tebal bilah yang direbus makin tipis bilah maka makin cepat waktu perebusan, tetapi makin tebal bilah maka waktu perebusan akan semakin lama. Jika bilah tipis (2 mm) direbus terlalu lama akan didapatkan serat bambu yang halus dan mudah putus, demikian juga sebaliknya jika bilah bambu tebal direbus sebentar (3 jam) masih sulit untuk melepaskan ikatan antar serat.

C. Tahapan Pembilasan

Teknik pembilasan yang diambil adalah pembilasan dengan sistem rendam, dimana proses degumming atau pemecahan zat pengikat serat dilakukan secara perlahan dan menghilangkan kandungan NaOH yang tersisa secara bertahap.

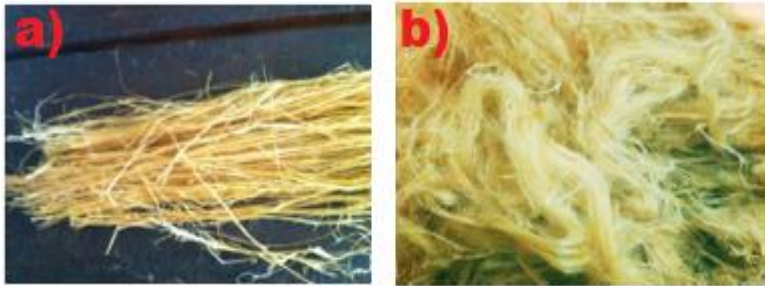
D. Tahapan Pemisahan serat

Pada tahap terakhir merupakan tahapan untuk memisahkan serat-serat bambu untuk mendapatkan serat yang diinginkan, teknik yang terbaik adalah proses pengrollan secara perlahan, bertujuan memisahkan antara zat pengikat serat dengan serat bambu. Teknik pengrollan berbeda dengan pemukulan, jika di roll serat tidak terputus akibat pemukulan yang terlalu keras. Jika dilakukan teknik penekanan secara berulang, kadang-kadang di beberapa bagian terlewat. Sehingga teknik pemisahan serat yang



terbaik adalah dengan pengrollan baik maual ataupun dengan bantuan roll mekanis.

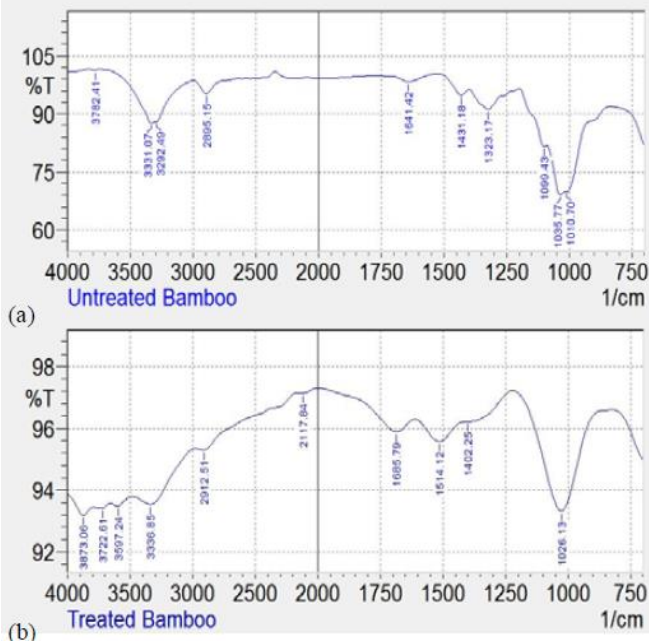
Karakteristik serat bambu yang dihasilkan ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 (a) Serat Bambu Kasar (b) Serat Bambu Halus

(Denny Nurkertamanda, Andi Alvin , 2012)

Berdasarkan jurnal dari Muhammad Khusairy Bin Bakri dan Elammaran Jayamani yang berjudul *Comparative Study of Functional Groups in Natural Fibers: Fourier Transform Infrared Analysis (FTIR)*, membahas mengenai hasil FTIR dari bambu yang tanpa perlakuan dan bambu yang diberi perlakuan Alkalisasi NaOH 5% seperti pada gambar berikut.



Gambar 2. 8 Referensi Kurva FTIR Bambu (a) Untreated ,
(b) Treated
(Khusairi , 2016)

Hasil FTIR untuk treated bambu 100% jika dibandingkan dengan bambu untreated mengalami perbedaan. Perbedaan yang terlihat adalah di peak 2117.84 cm^{-1} , yang tidak terlihat di grafik FTIR treated bambu. Hilangnya peak ini dikarenakan pemecahan ikatan rangkap tiga dari stretching $\text{C}\equiv\text{C}$ yang berasal dari gugus fungsi nitril dan struktur ikatan stretching $\text{C}\equiv\text{N}$ yang berasal dari gugus fungsi alkali menjadi ikatan rangkap 2 $\text{C}=\text{C}$ dan $\text{C}=\text{N}$. Dengan membandingkan treated fiber, ada pengurangan intensitas pada 1099.43 cm^{-1} . Diketahui sebagai struktur Stretching $\text{C}-\text{O}$ dari gugus fungsi alcohol dikarenakan perlakuan alkali. Lebih lanjut, terdapat kombinasi dari dua titik puncak kecil di 1035.77 cm^{-1} dan 1010.70 cm^{-1} yang membentuk satu puncak 1026.13 cm^{-1} setelah proses alkali. Menurut Cao et al. dan Hinterstoisser et al., titik



puncak yang terdapat di daerah 1100 cm⁻¹ hingga 1000 cm⁻¹ dapat juga diketahui sebagai C-O stretching bond structure dari gugus fungsi ikatan glikosida.

Tabel 2. 5 Daerah serapan infra merah Bambu
(Khusairi , 2016)

Gugus	Untreated Bamboo fiber (wavenumber cm ⁻¹)	Treated Bamboo fiber (wavenumber cm ⁻¹)
O-H stretching, Free Hidroxil- Alcohol, Water, Fenol	3782.41	3873.06 3722.61 3597.24
O-H stretching, H- Bonded –Alkohol , Water, Fenol	3331.07, 3292.49	3336.85
C-H stretching, O-H stretching - Alkanes (CH; CH ₂ ; CH ₃), Carboxylic Acids	2895.15	2912.51
C≡C stretching, C≡N stretching – Nitriles, Alkynes	2117.84	

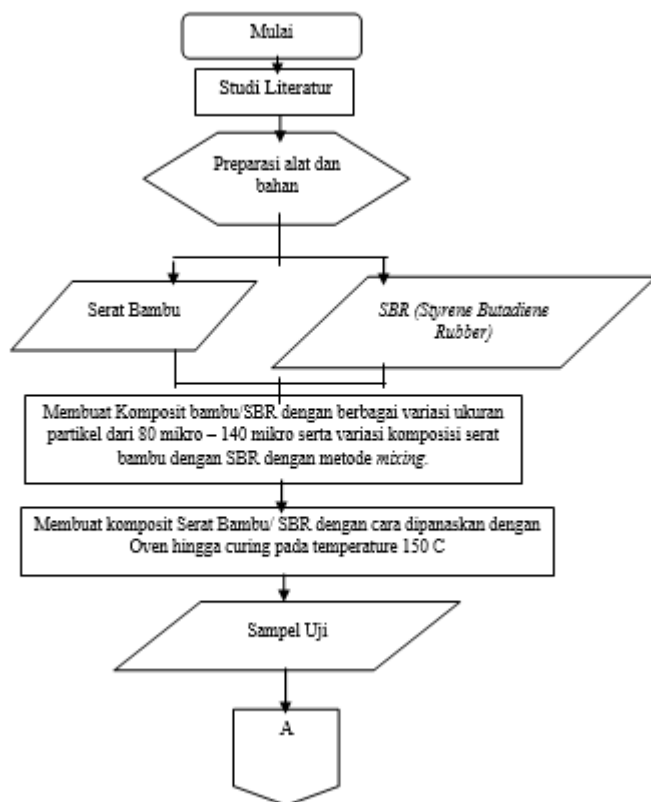


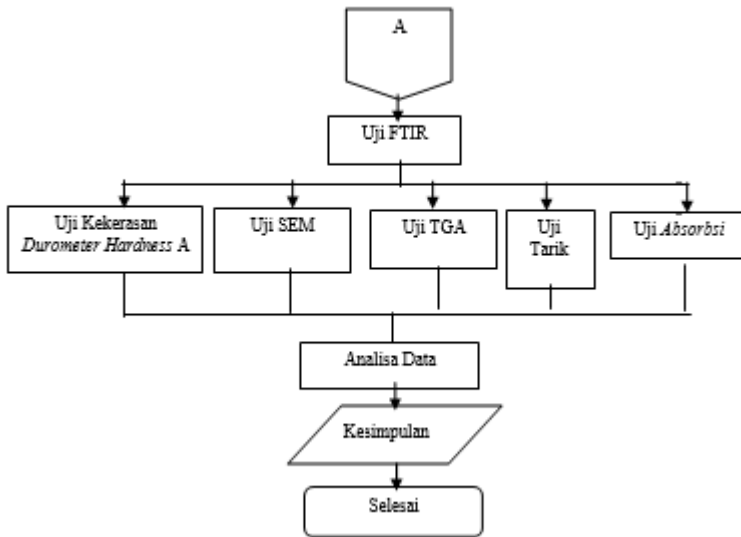
C=C stretching - Alkenes (lignin)	1641.42	1685.79
C-H bending - Alkanes (cellulose; hemi-cellulose ; lignin)	1431.42	1514.12, 1402.25
C-O stretching - Alcohol (cellulose; hemi-cellulose ; lignin), Carboxylic Acids, Esters, Ethers	1099.43, 1035.77, 1010.70	1026.13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

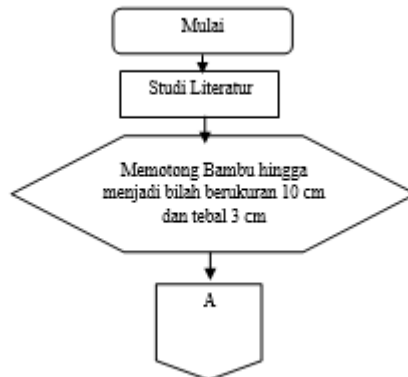
3.1.1 Diagram Alir Penelitian

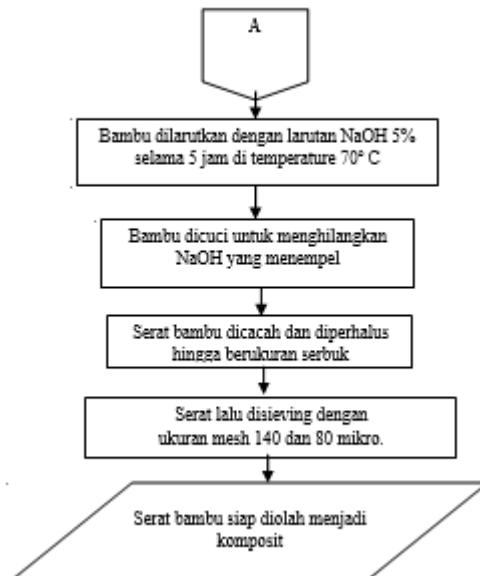




Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1.2 Diagram Alir Preparasi Serat Bambu





Gambar 3. 2 Diagram Alir Preparasi Serat Bambu

Bahan Penelitian

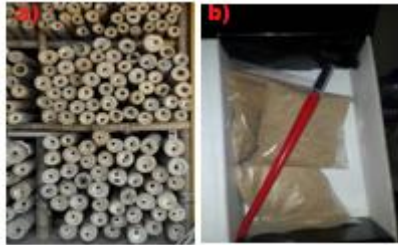
Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Styrene Butadiene Rubber (SBR)*



Gambar 3. 3 SBR
(Dokumentasi Pribadi)

2. Serat Bambu Ori



Gambar 3. 4 (a) Batang Bambu Ori , (b) Serat Bambu
(Dokumentasi Pribadi)

3. NaOH Padat



Gambar 3. 5 NaOH padat
(Dokumentasi Pribadi)

4. Aquades



Gambar 3. 6 Larutan Aquades
(Dokumentasi Pribadi)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gelas Beaker 1000 mL

Gelas beaker berfungsi untuk mengukur volume larutan. Gelas beaker yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran hingga 1000 ml dan bermerk dagang IWAKI yang bisa tahan terhadap temperatur hingga 250 °C. **Gambar 3.4** merupakan Gelas ukur.



Gambar 3. 7 Gelas Beaker 1000mL
(Dokumentasi Pribadi)

2. Spatula

Spatula digunakan untuk mengambil bahan sintesis yang berbentuk padatan atau dalam penelitian ini berbentuk bubuk. **Gambar 3.5** merupakan gambar Spatula.



Gambar 3. 8 Spatula
(Dokumentasi Pribadi)

3. Analytical Balance

Analytical Balance digunakan untuk melakukan pengukuran yang presisi terhadap massa dari serat bambu dan karet *SBR* pada penelitian ini. Adapun merk *analytical balance* yang



digunakan adalah Mettler Toledo. **Gambar 3.7** merupakan visualisasi dari *Analytical Balance*



Gambar 3. 9 Analytical Balance
(Dokumentasi Pribadi)

4. *Hot Plate Magnetic Stirrer*

Hot Plate Magnetic Stirrer digunakan untuk memanaskan larutan NaOH 5% yang nantinya digunakan untuk merebus batang bambu hingga seratnya dapat diambil untuk digunakan sebagai bahan komposit SBR/Serat Bambu. Sedangkan *Stirrer* digunakan untuk melakukan pengadukan terhadap SBR dan serbuk bambu sehingga bisa dibentuk komposit SBR/Serat Bambu berdasarkan variable yang telah ditentukan. **Gambar 3.8** merupakan *Hot Plate Magnetic Stirrer*



Gambar 3. 10 Hot Plate Magnetic Stirrer
(Dokumentasi Pribadi)

5. *Oven*

Oven digunakan untuk melakukan pemanasan pada

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



komposit SBR/Serat Bambu. **Gambar 3.9** merupakan visualisasi dari Oven.



Gambar 3. 11 *Oven*

(Dokumentasi Pribadi)

6. Cetakan Uji Tarik

Cetakan uji Tarik ini untuk mencetak specimen uji Tarik. Cetakan ini sesuai dengan standar ASM D3039



Gambar 3. 12 *Cetakan Uji Tarik*

(Dokumentasi Pribadi)

14. Mesin Pencacah

Mesin pencacah organik yang digunakan merupakan milik Laboratorium Kimia dan Bahan Alam milik Jurusan Kimia FMIPA ITS. Digunakan untuk mencacah serat hingga berukuran kecil.



Gambar 3. 13 Mesin Pencacah
(Dokumentasi Pribadi)

8. Mesin Uji Tarik

Alat ini digunakan untuk melakukan pengujian terhadap kekuatan Tarik dari material dan pertambahan panjang yang dialami material jika diberikan beban gaya tertentu.



Gambar 3. 14 Mesin Uji Tarik dengan Merk Autograph
(Dokumentasi Pribadi)

9. Alat Uji *Hardness* Durometer Shore-A

Alat ini digunakan untuk menguji nilai kekerasan dari material. Ada 2 tipe dari alat ini yaitu tipe A dan tipe D. Untuk Durometer Shore A digunakan bila kekerasan material lebih rendah dari 20 HD.



Gambar 3. 15 Durometer *Hardness Shore-A*
(Dokumentasi Pribadi)

10. Mesin Uji FTIR

Pengujian *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) bertujuan untuk melihat adanya gugus fungsi tertentu yang terbentuk pada spesimen uji. Dari gugus fungsi tersebut nantinya dapat dianalisa karena setiap gugus memberikan respon yang berbeda jika ditembakkan sinar infra merah.



Gambar 3. 16 Mesin FTIR
(Dokumentasi Pribadi)

11. Mesin Uji SEM

Pengujian SEM bertujuan untuk mengamati morfologi komposit SBR/serat bambu yang terbentuk. Data hasil SEM berupa gambar dengan perbesaran serta grafik yang menunjukkan



intensitas unsur tertentu yang terdapat pada spesimen uji.



Gambar 3. 17 Mesin SEM
(Dokumentasi Pribadi)

12. Mesin Sieving

Mesin sieving yang digunakan milik Laboratorium Fisika Material milik Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS seperti pada Gambar berikut



Gambar 3. 18 Mesin Sieving
(Dokumentasi Pribadi)

13. Mesin Uji *Differential Scanning Calorimetry-Thermogravimetric Analysis* (DSC-TGA)

Alat ini digunakan untuk mengetahui sifat termal dari material hasil sintesis.



Gambar 3. 19 Alat *DSC-TGA* dengan merk dagang *Inseis*
(Dokumentasi Pribadi)

14. Blender

Blender digunakan untuk menghaluskan serat hingga berukuran serbuk.



Gambar 3. 20 Blender
(Dokumentasi Pribadi)

3.4. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang akan dilakukan terdapat pada **Tabel 3.1** berikut.



Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Material (%Massa)			Kode Sampel	Pengujian					
SBR	Serat <80 mikro	Serat Bambu		Uji SEM	Uji FTIR	Uji Tarik	Uji Kekerasan	Uji TGA	Uji Adsorpsi
100	0	0	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
97.5	2.5	0	A1	X	X	✓	✓	X	X
95	5	0	A2	✓	✓	✓	✓	X	✓
92.5	7.5	0	A3	X	X	✓	✓	X	X
90	10	0	A4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
97.5	0	2.5	B1	X	X	✓	✓	X	X
95	0	5	B2	✓	✓	✓	✓	X	✓
92.5	0	7.5	B3	X	X	✓	✓	X	X
90	0	10	B4	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan
2. Memotong Batang bambu menjadi bilah bambu berukuran panjang 1 meter. Kemudian Bambu dipotong lebih kecil, berukuran sekitar 10-15 cm .
3. Menjemur bambu selama kurang lebih 1 minggu untuk menghilangkan kadar air pada bambu
4. Menyiapkan larutan NaOH dari NaOH padat, dengan cara melarutkan 995 mL aquades dengan 5 gram NaoH padat *asumsi massa jenis NaOH padat adalah 1 gr/cm³. Kemudian larutan diaduk rata.
5. Menyiapkan wadah tahan panas dan tahan terhadap larutan NaOH , bisa menggunakan Gelas beaker merk IWAKI atau sejenisnya , lalu bilah bambu yang sudah dipotong kecil dimasukkan ke dalam larutan NaOH 5% dan dipanaskan di oven atau pemanas temperature 70⁰ C selama 4-5 jam .

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



6. Setelah 4-5 jam, bambu dibersihkan untuk menghilangkan NaoH yang menempel. Setelah itu serat bambu dipisahkan hingga menjadi lembaran lembaran serat.
7. Lalu serat bambu dicacah dengan mesin pencacah hingga berukuran kecil sekitar 1 cm. Setelah itu serat bambu diblender hingga berukuran seperti serbuk halus.
8. Setelah diblender, serat bambu disieving menggunakan alat sieving dengan mesh 140 μm dan 80 μm .
9. Kemudian membuat specimen uji dengan variable yang sudah ditentukan
10. Untuk pemberian nama sampel, sampel 100% SBR diberi kode X. Sampel pengujian 80 μm diberi kode A dan 140 μm diberi kode B, dengan setiap variabel diberi kode tambahan 1, 2 dst. Sehingga sampel 80 μm 2.5% kodenya A1, 80 μm 5% kodenya A2, 80 μm 7.5% kodenya A3, 80 μm 10% kodenya A4. Dan untuk sampel 140 μm 2.5% kodenya B1, 140 μm 5% kodenya B2, 140 μm 7.5% kodenya B3, 140 μm 10% kodenya B4.
11. Setelah itu, menganalisis hasil pegujian yang dilakukan.

3.6. Pengujian

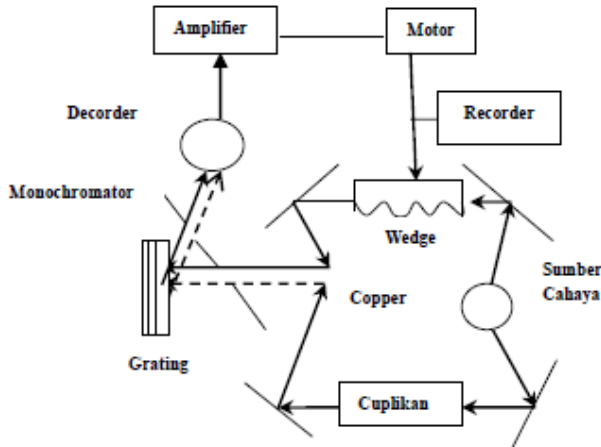
Untuk mengetahui morfologi dan sifat mekanik dari Komposit SBR/ Serat Bambu , dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut

1. Pengujian *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Karakterisasi Material Jurusan Teknik Material FTI-ITS Surabaya menggunakan instrumen *Thermo Scientific Nicolet IS10*. Pengujian FTIR bertujuan untuk melihat adanya gugus fungsi tertentu yang terbentuk pada spesimen uji. Prinsip dasar pengujian FTIR adalah interaksi energi dengan suatu materi. Saat spesimen uji ditembakkan dengan sinar inframerah, atom-atom dalam spesimen uji akan bergetar atau bervibrasi sebagai akibat energi yang berasal dari sinar inframerah tidak cukup kuat untuk menyebabkan terjadinya atomisasi ataupun eksitasi elektron. Besar energi vibrasi



setiap komponen molekul berbeda-beda tergantung pada kekuatan ikatan yang terdapat pada molekul



Gambar 3. 21 Skema Uji FTIR
(Jinping Zhou, 2000)

2. Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium Karakterisasi Material Jurusan Teknik Material FTI-ITS. Pengujian SEM bertujuan untuk mengamati morfologi komposit SBR/serat bambu yang terbentuk. Data hasil SEM berupa gambar dengan perbesaran tertentu. Prinsip dasar SEM adalah memfokuskan sinar elektron di permukaan obyek dan mengambil gambarnya dengan mendeteksi elektron yang muncul dari permukaan obyek. Jika elektron mengenai suatu benda maka akan timbul dua jenis pantulan yaitu pantulan elastis dan non-elastis. Dari pantulan non-elastis didapatkan sinyal elektron sekunder dan karakteristik sinar X. Sedangkan dari pantulan elastis didapatkan sinyal *Backscattered Electron* (BSE). Pada SEM, gambar dibuat berdasarkan deteksi BSE yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel dipindai dengan elektron. Elektron-elektron yang terdeteksi selanjutnya diperkuat sinyalnya, kemudian besar amplitudonya

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



ditampilkan dalam gradasi gelap terang pada monitor *Cathode Ray Tube (CRT)* .

3. Pengujian Tarik

Pengujian ini digunakan untuk menganalisa tingkat kekuatan dari sampel komposit SBR/ Serat Bambu . Dimensi spesimen dan prosedur yang dilakukan menggunakan sumber acuan standar ASTM D3039.

4. Pengujian *Differential Scanning Calorimetry-Thermogravimetric Analysis (DSC-TGA)*

Pengujian ini digunakan untuk menganalisa tingkat degradasi material terhadap temperature. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu UNESA. *Differential Scanning Calorimetry-Thermogravimetric Analysis (DSC-TGA)* merupakan pengujian karakterisasi material untuk mengetahui sifat termal dari sampel. Pengujian yang dilakukan untuk sampel hasil sintesis adalah pada *range* temperatur 25°C (temperatur kamar) hingga 600° C (temperatur tinggi) dengan *rate* 10°K/detik . Secara umum, tahapan pengujian ini adalah sebagai berikut, Pertama, sampel komposit dimasukkan ke dalam *crucible* dengan ukuran sampel panjang 2 mm x 2mm x 2mm . Kedua, *crucible* ini kemudian dimasukkan ke dalam alat *DSC-TGA* dan dilakukan proses pengujian termal. Hasil dari pengujian ini berupa kurva TGA. Kurva ini kemudian dianalisis untuk mengetahui sifat termal dari material yang diuji.

5. Pengujian Durometer *Hardness Shore-A*

Pengujian ini digunakan untuk menganalisa tingkat kekerasan dari material. Durometer shore A digunakan jika material kekerasannya lebih rendah dari 20 HD, maka digunakan durometer A. Durometer *Hardness A* bermerk dagang Krisbow ini memiliki skala kekerasan 20 HA -90 HA dengan spesifikasi meliputi gaya pegas sebesar 8,050 N, gaya pada tekanan kontak sebesar 9,81 N, indenter berbentuk kerucut terpotong (*truncated cone*) dengan sudut kerucut sebesar 350, dan range pengukuran maksimal 90 shore A. Durometer shore A tersedia dalam dua jenis,



yaitu analog dan digital. Perbedaan penting dari dua jenis durometer tersebut adalah cara pembacaan nilai kekerasan. Durometer analog dibaca secara manual dengan angka pada durometer tidak menunjukkan bilangan desimal. Sedangkan, pada durometer digital nilai kekerasan tampil secara otomatis di layar dengan satu angka di belakang koma. Cara pengujiannya adalah pertama durometer dikalibrasi dengan menekan ujung durometer terhadap kalibrator. Apabila angkanya sesuai dengan nilai dari kalibrator maka durometer sudah terkalibrasi. Setelah dikalibrasi, Durometer sudah bisa digunakan untuk menguji kekerasan dari material. Sampel untuk uji Durometer *Hardness Shore-A* memiliki spesifikasi tebal minimal 6 mm dan luas 3 cm². Jarak antar titik pengukuran minimal 5 mm dan jarak dari tepi minimal 1,2 cm. Sampel yang diuji Durometer *Hardness Shore-A* ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 22 Sampel Durometer *Hardness*
(Dokumentasi Pribadi)

6. Pengujian Absorpsi Air

Menurut jurnal dari Putu Lokantara & Ngakan Putu Gede Suardana yang berjudul “*Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester*” (2009), absorpsi air pada komposit merupakan salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit di luar ruangan. Semua komposit polimer akan menyerap air jika berada di udara lembab atau ketika polimer tersebut dicelupkan di dalam air. Absorpsi air pada komposit berpenguat serat alami memiliki beberapa pengaruh yang merugikan dalam sifatnya dan mempengaruhi

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



kemampuannya dalam jangka waktu yang lama juga penurunan secara perlahan dari ikatan *interface* komposit serta menurunkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tariknya. Penurunan ikatan *interface* komposit menyebabkan penurunan properties mekanis komposit tersebut. Karena itu, pengaruh dari water-absorption sangat vital untuk penggunaan komposit berpenguat serat alami di lingkungan terbuka. Daya tahan terhadap Adsorpsi air dalam komposit berpenguat serat alami dapat ditingkatkan dengan memodifikasi permukaan.

Pengujian ini digunakan untuk menganalisa tingkat Absorpsi air terhadap Komposit SBR/Serat bambu. Uji Absorpsi air menggunakan wadah gelas plastik seperti di gambar 3.20. Sampel memiliki ukuran sekitar 1 cm x 1 cm x 0.5 cm. Dengan berat masing masing sampel ditimbang terlebih dahulu. Setelah itu sampel dicelupkan ke dalam gelas plastik yang sudah diisi air sebanyak 250 ml. Gelas plastic kemudian disegel atau ditutup dengan aluminium foil agar tidak terkena pengotor atau pengaruh lingkungan. Kemudian dibiarkan selama 6x24 jam. Setelah itu massa sampel ditimbang. Kemudian dicari selisih massa sebelum diuji Absorpsi dengan setelah diuji Absorpsi. Lalu dari selisih massa tersebut dicari kadar serapan air. Menggunakan Standar ASTM D4762 – 16, untuk *Polymer Matrix Composite*.



Gambar 3. 23 Pengujian Absorpsi Air
(Dokumentasi Pribadi)

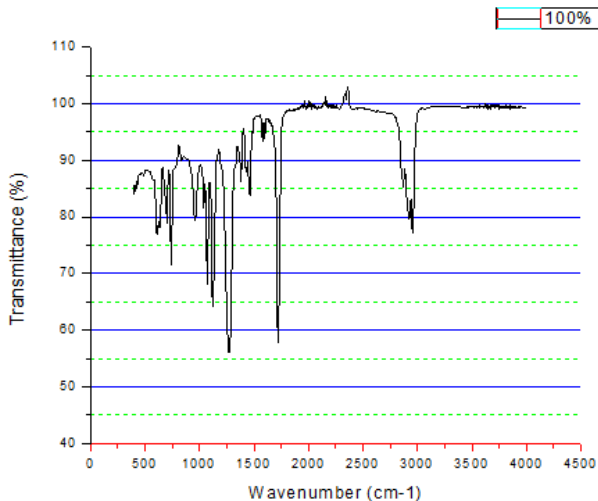
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kurva Hasil Pengujian *FTIR*

4.1.1 Analisis Kurva Hasil Pengujian *FTIR* 100% SBR

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan pertama kali karena untuk mengetahui ikatan serta untuk mengkonfirmasi apakah bahan yang dipakai telah sesuai. SBR adalah campuran sekitar 75 persen butadiena ($\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH} = \text{CH}_2$) dan 25 persen stirena ($\text{CH}_2 = \text{CHC}_6\text{H}_5$). Sehingga, hasil uji setidaknya mengandung gugus rangkap 2 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ dan gugus aromatic C_6H_5 . Untuk hasil pengujian FTIR 100% SBR, grafik yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut



Gambar 4. 1 Hasil Uji FTIR 100% SBR

Dari hasil FTIR untuk 100% SBR, dapat dilihat bahwa *Styrene Butadiene Rubber* menunjukkan peregangan C-H pada



grup CH_2 di puncak spectrum pada bilangan gelombang 2956.39 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 1720.99 cm^{-1} juga terdapat puncak, yang menunjukkan *bending* C-H pada cincin aromatic. Pada puncak daerah 1599.86 cm^{-1} menunjukkan peregangan $\text{C}=\text{C}$ pada cincin aromatic. Serta di bilangan gelombang 1426.0 cm^{-1} terdapat *bending* $=\text{CH}_2$ pada grup $\text{CH}_2=\text{CH}-$. Sedangkan di puncak spektrum bilangan gelombang 1380.22 cm^{-1} dapat diamati *bending* C-H pada grup CH_2 serta *bending* C-H pada *cis-polybutadiena* bilangan pada bilangan gelombang 1272.26 cm^{-1} . Serta ada gugus $\text{Trans RCH}=\text{CHR}$ di bilangan gelombang 960.90 cm^{-1} .

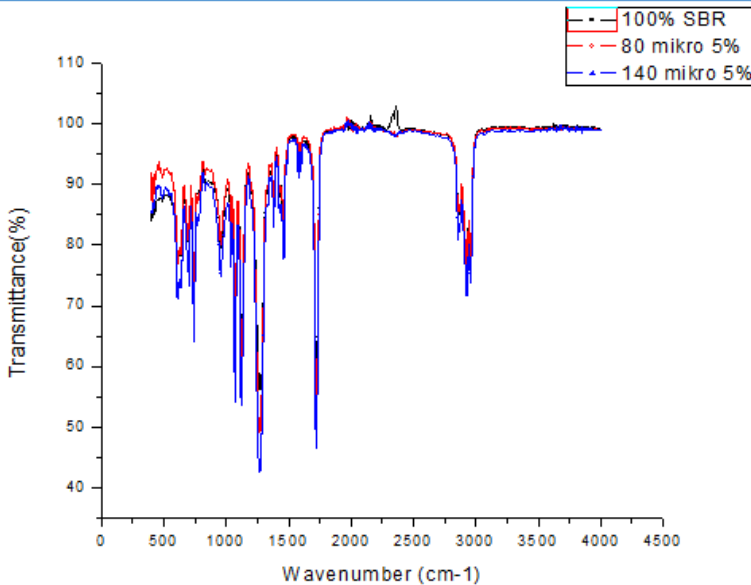
Tabel 4. 1 Tabel daerah serapan infra merah 100% SBR

Daerah Serapan (cm^{-1})	Gugus
2956.39	Peregangan $=\text{CH}_2$ pada grup $\text{CH}_2=\text{CH}-$
2926.23	Peregangan C-H pada grup CH_2
2871.05	Peregangan C-H pada Grup CH_2
1720.99	<i>Bending</i> C-H pada cincin aromatik
1599.86	Peregangan $\text{C}=\text{C}$ pada cincin aromatik
1579	Peregangan $\text{C}=\text{C}$ pada cincin Aromatik
1463	<i>Bending</i> C-H pada grup CH_2
1426.06	<i>Bending</i> $=\text{CH}_2$ pada grup $\text{CH}_2=\text{CH}-$
1380.22	<i>Bending</i> C-H pada grup CH_2
1272.26	<i>Bending</i> C-H pada <i>cis-polybutadiene</i>



1122	<i>Bending C-H pada cincin aromatik</i>
1072	<i>Bending C-H pada cincin aromatik</i>
1039	<i>Bending C-H pada cincin aromatik</i>
960.90	<i>Bending C-H pada trans-RCH=CHR</i>
741	<i>Bending C-H pada cincin aromatik</i>
703	<i>Bending C-H pada cincin aromatik</i>

Lalu komposit *SBR*/ Serat bambu 5% , dengan ukuran partikel 80 mikro dan 140 mikro diuji FTIR dan dari hasil uji tersebut kemudian digabung dengan hasil uji FTIR 100% *SBR* FTIR dan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Kurva 100% SBR, 80 μm 5 %, 140 μm 5%

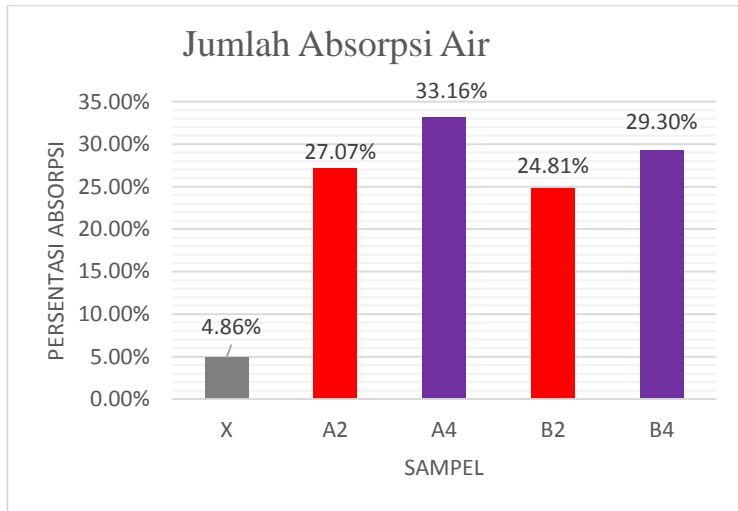
Dari hasil uji FTIR komposit *SBR*/ Serat Bambu 5%, dapat dilihat bahwa tidak terlihat perbedaan yang mencolok antara 100% *SBR* dengan komposit *SBR*/ Serat bambu. Hal ini dikarenakan perbandingan serat yang terlalu sedikit pada komposit sehingga tidak terlalu terdeteksi gugus fungsinya.

4.2 Analisis Kurva Hasil Pengujian Absorpsi

Absorpsi atau penyerapan, dalam kimia, adalah suatu fenomena fisik atau kimiawi atau suatu proses sewaktu atom, molekul, atau ion memasuki suatu fase padat (*bulk*) lain yang bisa berupa gas, cairan, ataupun padatan. Proses ini berbeda dengan Adsorpsi karena pengikatan molekul dilakukan melalui volume dan bukan permukaan. Salah satu contoh penyerapan lainnya adalah penukaran ion di mana terjadi proses pertukaran ion antara dua elektrolit atau antara larutan elektrolit dan senyawa kompleks.



Untuk hasil Uji Absorpsi air dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4. 3 Hasil Uji Absorpsi Air

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan Absorpsi air seiring dengan penambahan serat. Nilai Absorpsi air terkecil diperoleh dari sampel 100% *SBR* dengan persentasi Absorpsi sebesar 4.86 %. Dan nilai Absorpsi air terbesar adalah dari sampel 80 μ m 10%. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan Absorpsi diantaranya adalah sebagai berikut (Mawardi,dkk. 2009) :

a) Luas Permukaan Adsorben

Semakin luas permukaan dari adsorben, semakin banyak asorbat yang diserap, sehingga proses Absorpsi dapat semakin efektif.

b) Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan Absorpsinya. Ukuran partikel dalam



bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah di bawah 200 mesh.

c) Waktu Kontak

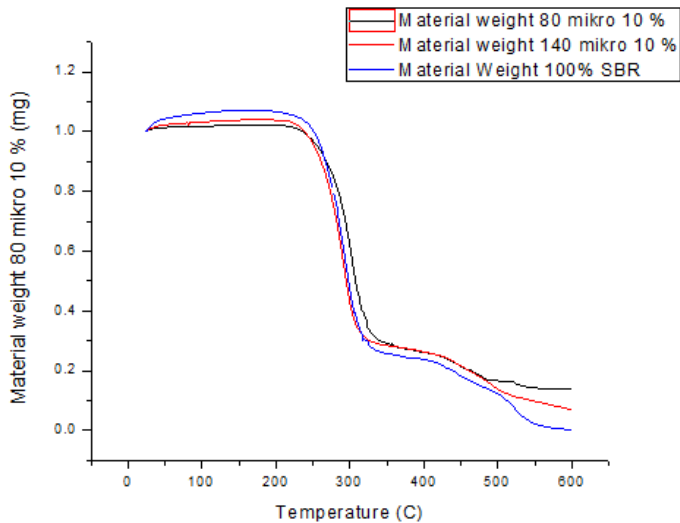
Semakin lama waktu kontak dapat memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Dari beberapa faktor tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai Absorpsi air berbanding terbalik dengan ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel, maka luas permukaan juga semakin luas, mengakibatkan Absorpsi lebih mudah terjadi. *Void* atau lubang juga mengakibatkan luas permukaan menjadi bertambah.

Untuk itu, sampel yang memiliki nilai Absorpsi air terkecil memiliki :

- 1) Luas permukaan yang kecil
- 2) *Void* yang lebih sedikit atau tidak memiliki *void*
- 3) Ukuran partikel yang besar.

Jika meninjau dari komposit , maka komposit yang Absorpsinya terkecil adalah komposit dengan ukuran partikel 140 μm 5%. Ukuran partikel 140 μm lebih besar dari 80 μm , serta kadar atau persertanse serat yang hanya 5% membuat komposit ini lebih sedikit menyerap air.

4.3 Analisa Kurva Hasil Pengujian TGA



Gambar 4. 4 Grafik Hasil TGA

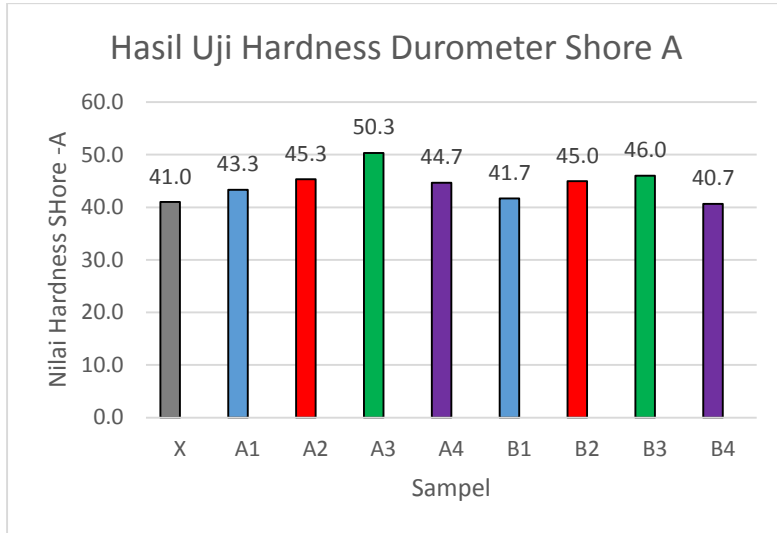
Gambar 4. 4 adalah kurva hasil pengujian TGA , dengan sampel garis hitam mewakili komposit *SBR/ Serat bambu 80 μ m 10%*, sampel garis merah mewakili komposit *SBR/ Serat bambu 140 μ m 10%*, dan sampel garis biru adalah *100% SBR*.

Dari gambar tersebut, terlihat bahwa mulai terjadi penurunan massa di temperature 250 $^{\circ}$ C hingga temperature 300 $^{\circ}$ C. Lalu di temperature sekitar 300 $^{\circ}$ C degradasi mulai berlanjut hingga temperature 400 $^{\circ}$ C. Di atas temperature 400 $^{\circ}$ C, hanya tersisa residu yang tidak terlalu banyak jumlahnya. Serta tidak terlihat perubahan kurva yang signifikan dari komposit 80 mikro dan 140 mikro terhadap sampel 100% SBR. Grafik yang terlihat berhimpit juga menandakan bahwa serat tidak terlalu mempengaruhi temperature degradasi pada komposit.



4.4 Analisis Hasil Pengujian *Durometer Hardness Shore-A*

Sampel diuji di 3 titik, bagian tengah, kanan dan kiri. Lalu dari nilai tersebut diambil rata-ratanya. Hasil uji Hardness dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4. 5 Hasil Uji *Hardness* Durometer Shore-A

Dari hasil uji *Hardness*, dapat dilihat bahwa nilai kekerasan tertinggi adalah dari sampel 80 μ m 7.5%. Serta nilai kekerasan cenderung meningkat seiring dengan penambahan *filler* hingga batas tertentu, yaitu di angka 7.5%. Hal ini terjadi karena ketika proses pencampuran, *filler* yang terlalu banyak tidak dapat tercampur rata dengan matriks sehingga nilai kekerasannya cenderung turun. Berdasarkan Jurnal dari Aman Sentosa mengenai Pengaruh Variasi Fraksi Volume *Filler* Terhadap Peningkatan Kekuatan Impak Dan Bending Komposit Sandwich Polyester Berpenguat Serat Kenaf Dengan Core Styrofoam dijelaskan bahwa kegagalan atau cacat yang terjadi pada pengujian *Impact* atau pengujian *bending* adanya serat terlepas atau *fiber pull out* akibat



ikatan yang lemah antara matriks dan serat, serta terdapat celah pada *interface* akibat kegagalan matriks mengikat serat yang jumlahnya terlalu banyak.

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadinya antara dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan interfacial antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwartz, 1984).

Jadi, dari beberapa factor tersebut, nilai Hardness dari Sampel 80 μ m 7.5% adalah yang paling tinggi karena ikatan antar matriks dan fibernya kuat dan kemungkinan adanya *void* pada sampel juga kecil.

4.5 Analisis Hasil Pengujian Tensile Strength dan Strain

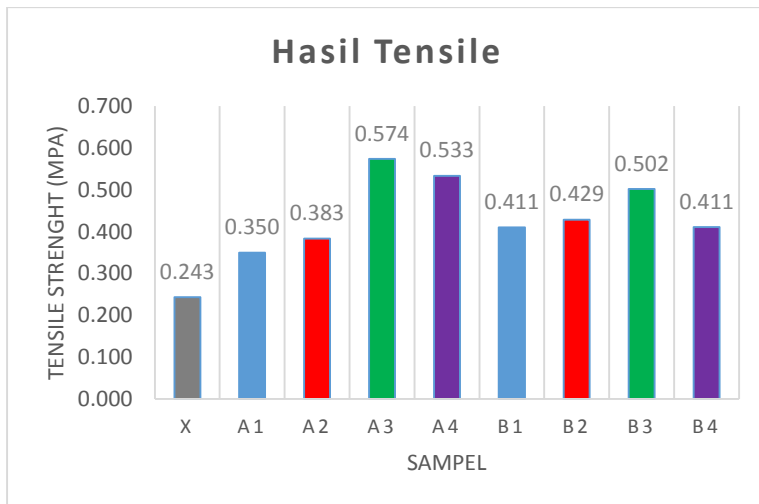
Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat bahan ketika bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Uji ini perlu dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik suatu material.

Berdasarkan George E. Dieter, di bukunya yang berjudul *Mechanical Metallurgy* (1988) , umumnya harga kekerasan berbanding lurus dengan harga kekuatan material. Kekerasan suatu material didefinisikan sebagai ketahanan material untuk



dideformasi plastis secara lokal. Sedangkan kekuatan tarik didefinisikan sebagai ketahanan material dideformasi plastis pada satu kesatuan material. Dari pengertian ini, kekuatan dan kekerasan sama-sama diartikan dengan kemampuan material untuk dideformasi plastis.

Oleh karena itu kita dapat menarik kesimpulan bahwa kekerasan suatu material berbanding lurus dengan kekuatan tariknya. Berdasarkan data yang didapat akan terlihat adanya peningkatan nilai kuat tarik dengan penambahan filler hingga batas tertentu. Hasil uji tarik dapat dilihat pada Gambar berikut



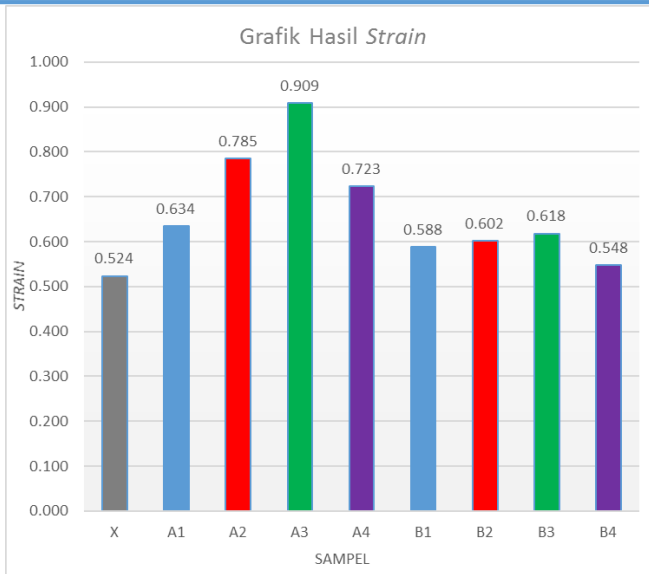
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Uji Tarik

Dari gambar 4.6 , dapat dilihat bahwa nilai kuat Tarik tertinggi adalah sampel 80 μm 7.5% sebesar 0.574 Mpa. Sedangkan Nilai kuat Tarik dari sampel 80 μm 10% justru menurun di angka 0.533 Mpa. Jika kita tinjau pada sampel 140 μm , terjadi hal yang sama, yaitu kenaikan kuat Tarik sebanding dengan peningkatan jumlah serat hingga angka 7.5%. Di angka 10 % serat,



justru kekerasannya menurun. Sama halnya pada penjelasan pada pengujian Durometer *Hardness* Shore-A , ketika proses pencampuran, *filler* yang terlalu banyak tidak dapat tercampur rata dengan matriks sehingga nilai kekerasannya cenderung turun.

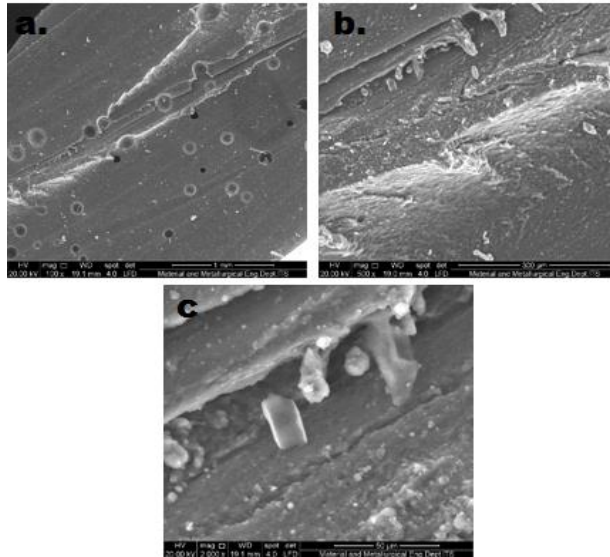
Jadi, dari beberapa factor tersebut, nilai Uji Tarik dari Sampel 80 μ m 7.5% adalah yang paling tinggi karena ikatan antar matriks dan fibernya kuat dan kemungkinan adanya *void* pada sampel juga kecil. Serta ukuran serat juga memiliki pengaruh terhadap kekuatan Tarik. Bisa dilihat dari gambar 4.8 bahwa nilai kuat Tarik sampel 80 μ m 7.5% lebih besar daripada 140 μ m 7.5 % . Hal ini dikarenakan jarak antar partikel dari sampel 80 μ m lebih kecil daripada jarak antar serat dari 140 μ m. Kemungkinan terjadi *void* pada sampel 80 μ m lebih kecil ketika jarak antar partikelnya kecil. Hal ini bisa diamati dari hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) terhadap sampel patahan dari uji Tarik. Hubungan antara penambahan jumlah serat juga berlaku pada hasil Uji Regangan/ Strain pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Hasil Uji Regangan Tarik

4.6 Hasil Pengujian SEM Komposit SBR/Serat Bambu dan 100 % SBR

Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) digunakan untuk melihat morofologi , pola patahan , dan ukuran serta bentuk serat bambu Ori dengan komposisi serat yang berbeda-beda. Sampel uji SEM diambil dari hasil sampel uji Tarik agar pola patahan dan morfologi dapat diamati. Untuk itu, sebelumnya dilakukan pengamatan terlebih dahulu terhadap sampel 100% SBR. Hasil Uji SEM dari 100% SBR dapat dilihat pada gambar berikut :



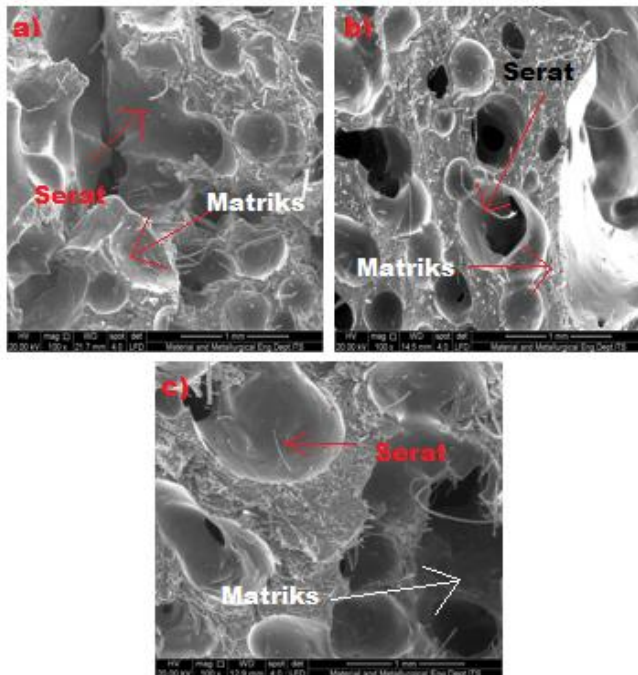
Gambar 4. 8 Hasil Uji SEM pada 100% SBR pada Perbesaran: (a) 100x; (b) 500x; (c) 2000x

Berdasarkan Gambar 4.8 terlihat bagaimana pola patahan dari 100% SBR yang mengalami patah. Berdasarkan indeks material dari “*Robinson Rubber Products – SBR or Styrene Butadiene Rubber, 2005*”, sifat mekanik dari SBR adalah memiliki *Range Durometer Hardness* 30 – 95 Shore A, *Tensile Strength* 500 – 3,000 PSI, serta *Elongation* (Range %) 450 % – 600 %. Dikarenakan besar elongasi tersebut, *SBR* termasuk material yang elastis. Keelastisan material ini dapat dilihat pada gambar SEM perbesaran 2000x, dimana terdapat seperti patahan yang berbentuk bukit-bukit kecil. Ini menandakan bahwa sebelum mengalami patah, material SBR ini mengalami pertambahan panjang hingga mencapai beban maksimal dan akhirnya putus. Serta pada gambar SEM perbesaran 100x, dapat dilihat adanya *void* (lubang) yang terbentuk di permukaan *SBR*. Hal ini dapat terjadi pada proses penuangan *SBR* ke dalam cetakan uji tarik., terdapat udara yang



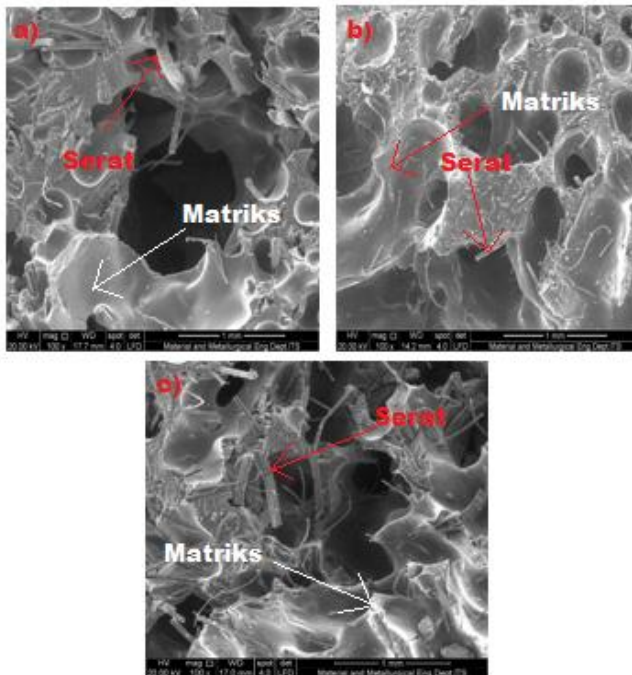
terperangkap sehingga ketika dipanaskan di dalam oven, terbentuklah *void*. *Void* berpengaruh pada sifat mekanik dikarenakan adanya *void* membuat konsentrasi tegangan terpusat pada *void*. Dan berakibat pada menurunnya sifat mekanik.

Untuk gambar hasil SEM komposit *SBR*/ Serat bambu pada sampel 80 μm dengan perbesaran 100x dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 9 Hasil Uji SEM perbesaran 100x (a) 80 μm 5% ,
(b) 80 μm 7.5 % , (c) 80 μm 10%

Untuk gambar SEM Komposit sampel 140 μm perbesaran 100x dapat dilihat pada gambar berikut.



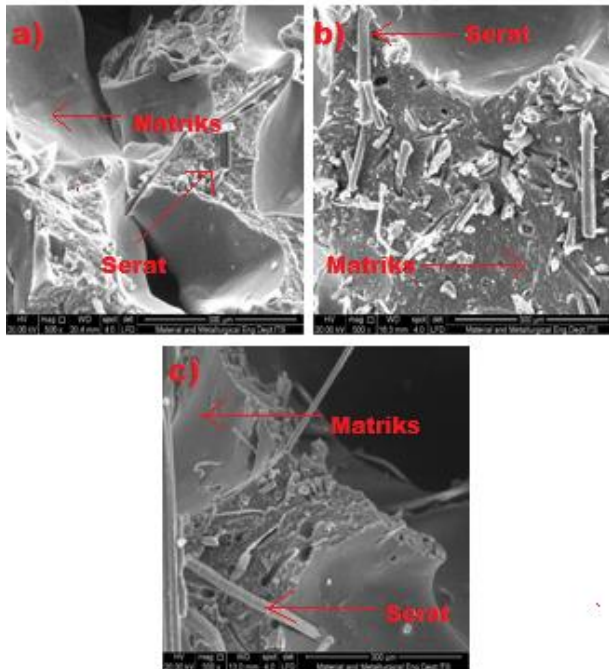
Gambar 4. 10 Hasil Uji SEM perbesaran 100x (a) 140 μm 5% , (b) 140 μm 7.5 % , (c) 140 μm 10%

Berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dapat dilihat bentuk dari patahan serta perbandingan persebaran serat di dalam matriks. Jika membandingkan dengan hasil SEM dari 100% SBR , dapat dilihat bahwa persebaran dari fiber yang merata pada semua sampel komposit. Namun, dari hasil uji Durometer *Hardness* terbesar merupakan sampel 80 μm dengan kadar serat sebanyak 7.5%. Demikian juga dengan hasil uji Tarik, nilai Tensile dan Strain tertinggi adalah sampel 80 μm dengan kadar serat 7.5% . Serta dapat dilihat juga penampakan *Void* atau lubang yang tersebar di permukaan sampel. Hal ini terjadi ketika proses pencampuran antara matriks dengan serat. Pada proses pencampuran, terlihat gelembung udara yang terperangkap. Ketika dicampur dengan kecepatan cepat,



gelembung udara terperangkap ke dalam campuran dan pada saat proses pencetakan, gelembung ini keluar dari campuran dan meninggalkan bentuk lubang seperti yang diamati pada SEM. Untuk mengurangi gelembung yang terperangkap. Berdasarkan Jurnal dari Yati Susanah dan Widayani yang berjudul Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Menggunakan Arang dan Serat Bambu Apus dengan Matriks *Epoxy Resin* , bahwa kegagalan komposit disebabkan karena adanya *void* yang disebabkan karena pencampuran antara matrik dan partikel kurang merata.

Jika diamati lebih lanjut, di perbesaran 500 x, untuk sampel 80 μm dapat dilihat pada gambar berikut :

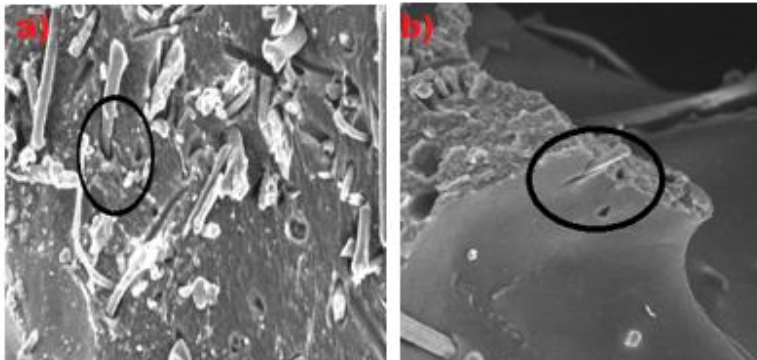


Gambar 4. 11 Gambar Hasil SEM sampel 80 μm perbesaran 500x , (a) 5% , (b) 7.5% , (c) 10%



Dari gambar perbesaran 500x, dapat dilihat ikatan matriks dengan serat bambu yang

Contoh perbandingannya, matriks berikatan kuat dengan serat, sehingga ketika diuji Tarik, maka serat yang lebih dulu putus. Dengan kata lain, ikatan antar matriks dengan serat lebih kuat dari kuat Tarik serat. Nilai kekuatan komposit akan meningkat seiring dengan penambahan serat, pada batas tertentu. Jika melihat hasil SEM pada sampel 80 μm 10%, ikatan antar matriks dengan serat bambu tidak terlalu kuat. Ada celah yang muncul sehingga ketika diberi beban Tarik, maka celah tersebut dapat selip dan hal ini dapat mengurangi kuat Tarik dari komposit. Dengan kata lain, ikatan antar matriks dan serat lebih rendah dari nilai kuat tariknya.



Gambar 4. 12 Hubungan Antara Matriks dengan Serat perbesaran 500x , (a) 80 μm 7.5% (b) 80 μm 10%

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh variasi komposisi serat bambu terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit SBR/ serat bambu yang dapat dilihat dari beberapa pengujian. Dari penambahan serat bambu terhadap SBR , sifat mekanik dari komposit meningkat sampai batas tertentu. Serat yang selip menandakan bahwa ikatan antara matriks dengan serat tidak terlalu kuat. Salah satu faktornya disebabkan karena komposisi serat yang terlalu banyak sehingga matriks tidak dapat mengikat serat dengan kuat.
2. Variasi ukuran serat bambu memiliki pengaruh terhadap morfologi dan sifat mekanik komposit SBR/serat bambu. Nilai Absorpsi air mengalami peningkatan sesuai dengan jumlah serat yang ditambahkan. Semakin kecil ukuran partikel, maka luas permukaan menjadi meningkat. Dari segi pengujian mekanik, pengaruh dari variasi ukuran serat bambu sampai batas komposisi tertentu. Dari pengujian TGA tidak terlihat perubahan kurva yang signifikan dari komposit 80 mikro dan 140 mikro.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, berikut beberapa saran yang dapat diperhatikan:

- Dalam proses pembuatan cetakan, akan lebih baik jika menggunakan oven yang berkondisi vakum agar hasil cetakan tidak mengandung banyak gelembung udara.
- *Void* pada cetakan dapat dikurangi dengan cara mengurangi kecepatan pada saat pengadukan atau pada



proses penuangan ke dalam cetakan, cetakan didiamkan terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam Oven.

- Dapat dilakukan penelitian dengan variasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed Kandil, dkk. **Synthesis of functionalized reactive rubber nanoparticles (RRNP)**". Journal of Radiation Research and Applied Sciences. 2015
- Armelia, Arfie. (2010). **Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Bambu Laminat Heli dan Wooven yang dibuat dengan Metode Manufaktur Hand Lay-Up**. ITB. Bandung.
- B, Widodo. 2008 - **Jurnal teknologi technoscientia** , diakses tanggal 4 Juli 2017
- Barsoum, M. W., 2003. **Series in Materials Science and Engineering Fundamentals of Ceramics**. Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing Ltd.
- Brown, M. E. 2001. **Introduction to Thermal Analysis—Techniques and Applications**. Kluwer Academic Publishers,Dordrecht, The Netherlands
- Brüning, K. dkk. 2012 **Kinetics of strain-induced crystallization in natural rubber studied by WAXD: Dynamic and impact tensile experiments**. , hlm. 7914-7919. E – Journal dari <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ma3011476>, diakses tanggal 16 Juli 2017
- Callister, W. D. & Rethwisch, D. G., 2009.**Materials Science and Engineering An Introduction**. USA: John Wiley & Sons, Inc..
- Denny Nurkertamanda dan Andi **Desain Proses Pembentukan Serat Bambu Sebagai Bahan Dasar Produk Industri Kreatif Berbahan Dasar Serat Pada UKM**. J@TI Undip, Vol VII, No 3, September 2012 , halaman 142.
- Dieter , George E Jr. , **Mechanical Metallurgy**. 1988. Philadelphia : McGraw-Hill Book Company,

- Encyclopedia Britannica, Inc.2003. **Styrene Butadiene Rubber**.
<https://www.britannica.com/science/styrene-butadiene-rubber>, diakses tanggal 10 Juli 2017
- F. L. Matthews dan Rees D. Rawlings, 1990. **Composite Materials: Engineering and Science, 1st Edition**. CRC Press, pp.13.
- Mawardi ,dkk. **Pemisahan Ion Krom(III) dan Krom(IV) Dalam Larutan Dengan Menggunakan Biomassa Ganggang Hijau Spirogyra subsalsa Sebagai Biosorben**. Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang. E-Journal dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/18397/1> 1916, diakses tanggal 12 Juli 2017
- McNaught, A. D. & Wilkinson, A., 1997. **IUPAC. Compendium of Chemical Terminology**.Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Monalisa Manuputty dan Pieter Th Berhиту , 2010, **Pemanfaatan Material Bambu Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Pengganti Material Kayu Untuk Armada Kapal Rakyat Yang Beroperasi Di Daerah Maluku** , *Jurnal TEKNOLOGI, Volume 7 Nomor 2, 2010; 788 -794.*, diakses tanggal 7 Mei 2017
- Pahl, G, Beitz, W,. 2004. **Engineering Design , A Systematic Approach : Third Edition**. Springer, New York.
- Putu Lokantara dan Ngakan Putu Gede Suardana .2009. **Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester"** . , E- Journal dari website download.portalgaruda.org/article.php?article=14998&volume=982 , diakses tanggal 7 Juli 2017
- Sasi Sekhar, G,et al. 2014. **Airless Tyre for Commercial Vehicles, RAME IJAEFEA**, hal 71.

- Sentosa, Aman. 2015. **Pengaruh Variasi Fraksi Volume *Filler* Terhadap Peningkatan Kekuatan Impak Dan Bending Komposit Sandwich Polyester Berpenguat Serat Kenaf Dengan Core Styrofoam.** E-Jurnal dari <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/62380> , diakses tanggal 10 Juli 2017
- T.Mori, 2008, **Manufacture of drift pins and boards made from bamboo fiber for timber structure, Modern bamboo structure**, 14, 129-138.
- Vogel, A., 1937. **Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis.** London: Longmas.
- Yati Susannah dan Widayani., 2011. **Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Menggunakan Arang dan Serat Bambu Apus dengan Matriks Epoxy Resin.** Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2011)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran A : Contoh Perhitungan Kadar Air

Tabel perhitungan Massa Sampel Sebelum Uji Absorpsi

Sampel	Massa Awal	
	A (gr)	B(gr)
100% SBR	0.38	0.55
80 μm 5%	0.5	0.41
80 μm 10 %	0.64	0.54
140 μm 5 %	0.52	0.55
140 μm 10 %	0.34	0.54

Tabel perhitungan Massa Sampel Setelah Uji Absorpsi

Sampel	Setelah direndam	
	A (gr)	B(gr)
100% SBR	0.41	0.56
80 μm 5%	0.6	0.55
80 μm 10 %	0.78	0.78
140 μm 5 %	0.57	0.77
140 μm 10 %	0.47	0.65

Rumus Perhitungan Kadar Air

$$w = \frac{(m1 - m2)}{m2} \times 100\%$$

W = kadar air (%)

m1= berat benda uji sebelum dikeringkan (gr)

m2=berat benda uji setelah dikeringkan (gr)

Sampel	Kadar Air sampel (gr)		Kadar Air sampel (%)	
	A(x) gr	B(x) gr	A(x) %	B(x) %
100% SBR	0.079	0.018	7.89%	1.82%
80 µm 5%	0.200	0.341	20.00%	34.15%
80 µm 10 %	0.172	0.315	21.88%	44.44 %
140 µm 5 %	0.173	0.400	9.62%	40.00%
140 µm 10 %	0.382	0.296	38.24%	20.37 %

Kadar Air (%)		Kadar Air Rata rata
A(x)%	B(x)%	(A+B)/2
7.89%	1.82%	4.86%
20.00%	34.15%	27.07%
21.88%	44.44%	33.16%
9.62%	40.00%	24.81%
38.24%	20.37%	29.30%

Lampiran B: Perhitungan *Tensile Strength* dan *Strain*

1 Kgf = 9.86 N

$\sigma = F/A$, satuan N/mm²

Strain = $\Delta L/L_0$, L_0 di sini adalah *Gage Length*, *gage length* didapat dari ASTM

Tabel Hasil Pegujian *Tensile*

Sampel	Load(Kgf)	$\Delta L(mm)$
100% A	2.45	30.73
100% B	1.5	32.12
80 μm 2,5 %A	2.7	30.45
80 μm 2,5 % B	2.55	45.67
80 μm 5 % A	2.64	46.21
80 μm 5 % B	3.35	48.04
80 μm 7,5 % A	5.65	67.81
80 μm 7,5 % B	3	41.22
80 μm 10 % A	4.15	42.37
80 μm 10% B	4.25	44.37
140 μm 2,5 % A	3.21	40.11

140 μ m 2,5 % B	3.11	30.45
140 μ m 5% A	2.95	34.13
140 μ m 5% B	3.4	38.11
140 μ m 7,5 % A	3.5	43.2
140 μ m 7,5 % B	3.3	30.98
140 μ m 10 % A	3.25	31.65
140 μ m 10% B	2.11	34.13

Tabel hasil rata-rata Uji *Tensile*

Rata-rata	Load(KgF)	Load(N)	Deltha L(mm)
100% SBR	1.975	19.4735	31.425
80 μ m 2.5 %	2.625	25.8825	38.06
80 μ m 5%	2.995	29.5307	47.125
80 μ m 7.5 %	4.325	42.6445	54.515
80 μ m 10 %	4.2	41.412	43.37
140 μ m 2.5 %	3.16	31.1576	35.28
140 μ m 5 %	3.175	31.3055	36.12
140 μ m 7.5%	3.4	33.524	37.09
140 μ m 10%	2.68	26.4248	32.89

Tabel Pengambilan Data Sampel Setelah Uji Tarik

Sampel	A(cm2)	A(mm2)	Gage Length(mm)
100% SBR	0.8005	80.05	60
80 μ m 2.5 %	0.7395	73.95	60
80 μ m 5%	0.7705	77.05	60
80 μ m 7.5 %	0.743	74.3	60
80 μ m 10 %	0.7765	77.65	60

140 μm 2.5 %	0.759	75.9	60
140 μm 5 %	0.73	73	60
140 μm 7.5%	0.6675	66.75	60
140 μm 10%	0.6425	64.25	60

Tabel Hasil Pengolahan Data Uji Tarik (*Tensile* dan *Strain*)

Sampel	Strain(dl/Lo)	Tensile (N/mm ²)	Tensile(Mpa)
100% SBR	0.524	2.467	0.243
80 μm 2.5 %	0.634	3.550	0.350
80 μm 5%	0.785	3.887	0.383
80 μm 7.5 %	0.909	5.821	0.574
80 μm 10 %	0.723	5.409	0.533
140 μm 2.5 %	0.588	4.163	0.411
140 μm 5 %	0.602	4.349	0.429
140 μm 7.5%	0.618	5.094	0.502
140 μm 10%	0.548	4.171	0.411

Lampiran C: Perhitungan Nilai KekerasanTabel Hasil Durometer *Hardness Shore-A*

Uji Kekerasan Durometer Shore A				
Sampel 80 μm	Parameter			
	2.50%	5%	7.50%	10%
HA di Tengah	46	46	51	47
HA di Kanan	41	42	51	45
HA di Kiri	43	48	49	42
Rata-rata	43.3333	45.3333	50.3333	44.6667
Sampel 100% SBR	Parameter			
HA di Tengah	40			
HA di Kanan	41			
HA di Kiri	42			
Rata-rata	41			
Sampel 140 μm	Parameter			
	2.50%	5%	7.50%	10%
HA di Tengah	42	43	47	44
HA di Kanan	40	47	44	37
HA di Kiri	43	45	47	41
Rata-rata	41.6667	45.0000	46.0000	40.6667

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, karunia, kemudahan, dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ayah, Ibu, adik penulis, yang telah memberikan dukungan dan pengertian selama ini. Ayah, Ibu, adik, serta keluarga besar atas doa, dukungan, dan pengertian yang diberikan selama ini.
3. Bapak Sigit Tri Wicaksono., Ph.D dan Wikan Jatimurti ST. Msc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan saran, masukan, bimbingan, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama berkuliah di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi.
5. Bapak Budi Agung K. S.T., M.Sc., selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi.
6. Seluruh dosen dan civitas akademik Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI ITS, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta pengalaman selama berkuliah di jurusan ini.
7. Partner Tugas Akhir, Afza dan Gema yang berjuang sampai akhir.
8. Mbak Iis, yang dengan sabar membantu penulis dan partner Tugas Akhir penulis dalam melakukan berbagai pengujian sampel dan karakterisasi sampel.
9. Pak Mas Irfan selaku Ketua Lab Inovasi Material yang dengan sabar memberikan briefing laboratorium dan arahan.
10. Mas Ridha yang telah membagikan ilmu dan pengalaman kepada penulis serta membantu penulis dalam membuat dan menguji sampel.

11. Sahabat-sahabat Lab Inovasi material seperjuangan , Yunus, Evianto, Dida, Adit, Prosca , yang terus memberikan doa, dukungan, motivasi, nasehat, dan bantuan kepada penulis
12. Teman-teman Laboratorium Inovasi Material yang selalu berbagi ilmu dan suka dukabersama penulis dalam proses mengerjakan Tugas Akhir.
13. Teman-teman MT15 yang selalu ada ketika penulis membutuhkan bantuan selama berkuliah di jurusan ini.
14. UKM IFLS yang telah memberikan berbagai pengalaman berorganisasi dan kesempatan untuk belajar budaya asing.
15. Dueling Cards ITS yang telah menjadi wadah untuk berbagi baik di kala suka maupun duka
16. Farel Reyhananda yang telah mengajarkan bahwa untuk menggapai sesuatu harus mengorbankan sesuatu. Serta berbagai suka duka yang membuat penulis menjadi termotivasi.
17. Team Critical is A Mistake, atas pengalaman ke Singapuranya dan perjalanan ke Batam yang tak akan penulis lupakan.
18. Parasina Dewandari yang telah memberikan support dan semangat kepada penulis.
19. Bani, Anggun, dan Reza, yang telah memberikan hadiah yang sangat berarti bagi penulis.
20. Seluruh rekan dan kawan penulis dimanapun berada.

Semoga, Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk para pembaca dan dapat melengkapi referensi terkait pengetahuan akan material termoelektrik.

Surabaya, 17 Juli 2017

Muhammad Dimasyqi

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Muhammad Dimasyqi , lahir di Bontang pada tanggal 9 Januari 1995 dari ayah bernama Asep Dadang D. dan ibu bernama Sari Yulistiawati. Penulis adalah putra pertama dari dua bersaudara dan telah menempuh pendidikan formal di SD Swasta YPK, SMP Swasta YPK , lalu SMA Swasta YPK, Bontang . Penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Material dan Metalurgi melalui jalur MANDIRI 2013. Semasa kuliah, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kemahasiswaan dan kepanitiaan di kampus antara lain sebagai Sie Konsumsi GMAIL 2014 , Sie Konsumsi Petrolida 2015, dan berbagai Sie lainnya. Penulis juga disibukkan dengan membentuk perkumpulan Card game yang saat ini sudah terbentuk di bawah UKM IFLS dan bernama Dueling Cards ITS (DC-ITS). Untuk Pengalaman Organisasi, Penulis juga pernah menjabat sebagai Staff Media dan Informasi HMMT FTI ITS periode 2014/2015. Selain itu, penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium untuk praktikum Fisika Dasar. Penulis juga memiliki pengalaman kerja praktisi di PT Pupuk Kalimantan Timur di bagian Inspeksi Teknik. Sebagai tugas akhir, penulis mengambil topik mengenai material inovatif (komposit partikulat).